APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Ma. Eugenia Valdez Pérez[1], Patricia Mireles Lezama[2], Ma. Estela Orzoco Hernández[2]
[1]Centro Universitario Tenancingo, [2]Facultad de Planeación Urbana y Regional
Universidad Autónoma del Estado de México.
Toluca, México.
mevaldezp@gmail.com; mireleslezamap@gmail.com; eorozcoh61@hotmail.com

Temática: Ciencia de la Información Geográfica

RESUMEN

El trabajo se llevó a cabo en el Parque Nacional Nevado de Toluca, una de las 160 áreas naturales protegidas de México. Este parque cubre una superficie de 51 000 hectáreas en la zona centro del país. Se integra por 25 microcuencas y alberga 22 localidades.

La metodología utilizada fue la propuesta por Valdez (2008), que consiste en la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), para la elaboración de mapas del medio físico y de características sociales y económicas de las localidades del parque, para llegar al diagnóstico, que es la base para el diseño de estrategias, políticas y acciones que regularán el uso de la tierra. Esta herramienta (SIG) permite generar mapas síntesis y manipular grandes volúmenes de información en corto tiempo.

El aporte principal del trabajo es el ordenamiento ecológico por cuenca hidrológica, en el que se identifican las tendencias de comportamiento ambiental, se integran las actividades y usos compatibles, compatibles con limitaciones e incompatibles y se indican las políticas ambientales para cada microcuenca.

Palabras clave: *Ordenamiento ecológico, cuenca, SIG, área natural protegida.*

INTRODUCCIÓN

El 15 de enero de 1936, se decreta el Parque Nacional “Nevado de Toluca” (PNNT), con el objetivo de protegerlo contra la degradación y garantizar la regulación climática de la región, así como asegurar el abastecimiento de agua para consumo humano, la agricultura y la industria; además que la flora y fauna forman un atractivo para el desarrollo del turismo (SEMARNAP, et al, 2000).

El Parque se delimita siguiendo la cota de los 3 000 metros sobre el nivel medio del mar, cuenta con una superficie de 51 000 hectáreas y se localiza entre 18°51’31” y 19°19’03” de latitud norte, y entre 99°38’54” y 100°09’58” de longitud oeste, en el Estado de México, abarcando los municipios de Almoloya de Juárez, Amanalco, Calimaya, Coatepec Harinas, Temascaltepec, Tenango del Valle, Toluca, Villa Victoria, Villa Guerrero y Zinacantepec (CONABIO, 2004).

El Nevado de Toluca, es un Volcán inactivo, localizado al SW de la Ciudad de Toluca, capital del Estado de México, forma parte de la Sierra Volcánica Transversal, es la cuarta montaña más alta de México, con un rango de altitud entre 3 000 y 4 680 msnm (Soberón, 2002). Forma parte del Sistema Nacional de Áreas Naturales, y es administrado por el Gobierno del Estado de México (SEMARNAP, 1995).

El parque representa una de las fuentes más importantes de servicios ambientales para el Valle de Toluca, tales como: calidad al aire y del agua, mantenimiento de la biodiversidad, regulación de mecanismos de control biológico, provisión de biomasa y captación de agua. A pesar de su relevancia como generador de servicios ambientales, el parque carece de una caracterización integral, a una escala adecuada, que permita la estimación de dichos servicios ambientales y la conservación de los ecosistemas naturales. En consecuencia, a la fecha resulta difícil establecer acciones de manejo que estén fundamentadas en su función ambiental desde el punto de vista del valor de uso de sus ecosistemas forestales (Franco y Rodríguez, 2003).

Un ordenamiento ecológico permite conocer con precisión los recursos naturales, sociales y económicos con que cuenta un área natural protegida, así como identificar su disponibilidad, sus formas de uso, manejo y la presión que ejerce la población que vive en el parque.

Contar con un ordenamiento no garantiza el uso racional de los recursos, sino se integran todos los actores políticos y sociales que dependen de manera directa o indirecta del parque, incluyendo los servicios ambientales, los beneficios económicos por la

explotación de algunos de sus recursos naturales y la protección de los mismos a largo plazo.

Generar la información básica necesaria para realizar un diagnóstico que sirva de base para el ordenamiento de un Área Natural Protegida, requiere de tiempo y de la aplicación de sistemas de información geográfica que permitan el manejo y análisis espacial de la información, en tiempos más cortos y de manera casi inmediata.

Uno de los objetivos de este trabajo fue la de presentar una propuesta de ordenamiento a nivel de microcuenca dentro del Parque Nacional.

MATERIAL Y MÉTODOS

La metodología que se propone toma como base cuatro metodologías, aunque tres de ellas se aplican en el ámbito nacional o regional y sólo una en el ámbito municipal (no sobre una ANP); sin embargo, por la manera como abordan el problema, representan un soporte importante para la aplicación en el Parque Nacional Nevado de Toluca (Valdez, 2008).

La metodología base fue la que propone el SEMARNAP-INE (2000), por tratarse del caso mexicano (aunque nacional) y por ser la única propuesta de Ordenamiento Ecológico del Territorio. La que propone el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1997), se eligió por tratarse de una propuesta municipal, lo que implica un mayor detalle en la información requerida y el nivel de resultados, que está más cerca de la zona de estudio. La de Gómez (2002), por tratarse de metodologías exitosas en ámbitos más detallados (provinciales), pero que se han llevado a cabo en territorio español. Finalmente la propuesta de Pujadas y Font (1998) por el detalle de aplicación de las técnicas de valoración, de diagnóstico y de selección de alternativas.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), juegan un papel primordial en el desarrollo de esta metodología, pues esta herramienta permite el manejo, almacenamiento y manipulación de un gran volumen de información digital en tiempos relativamente cortos y con procedimientos relativamente sencillos, que de manera tradicional implicaría una inversión de tiempo y recursos elevados. Una de las virtudes de los SIG, es la relativamente sencilla actualización de la información, lo que a la larga implica la optimización de recursos en este proceso.

La información base se realizó a través de la digitalización y la estandarización que permite ubicar espacialmente cada uno de los rasgos del territorio y vincularlo con una

base de datos de atributos que caracterizan a esas unidades espaciales. La base de datos integra la información social, económica y productiva de las localidades y las unidades territoriales.

Una de las etapas importantes en la referenciación, es la limpieza y generación de la topología correspondiente, lo cual facilita el análisis espacial dentro de los SIG, debido principalmente a que evita la duplicidad de información, facilita la captura y almacenamiento de los datos en la computadora, así como la exportación e importación de información referenciada (Franco y Valdez, 2003). Asimismo es posible tener control de las unidades mínimas cartografiables que se tomarán de referencia para la generalización de la información, con base en la escala de salida que se pretenda utilizar, en este caso 1:50,000.

La digitalización se realizó en el software Autocad Map, las bases de datos se construyeron en Excel y el análisis espacial en el software ArcView GIS, el cual permite la manipulación de la información espacial y la obtención de nueva información a través de las herramientas con las que cuenta.

Las fases de la metodología que se propone son tres: diagnóstico, prospectiva y propuesta de ordenamiento; las fases de gestión, instrumentación, evaluación y seguimiento, quedan fuera del alcance de esta propuesta, debido a que estas fases dependen de las instituciones públicas responsables.

La información base que se generó, está dividida en tres subsistemas: natural, social y productivo, en las siguientes tablas se muestra un resumen de los temas y atributos que se requirieron para el análisis espacial y la elaboración del diagnóstico, cada uno de estos temas o atributos representa un mapa específico, o en su caso la información que se integró en tablas de Excel y que posteriormente se vincularon a los datos espaciales.

Subsistema natural:

Cuadro 1. Información cartográfica base para el análisis territorial del subsistema natural.

Tema	Atributos	Nivel jerárquico de los atributos
Fisiografía	Pendiente	Diferenciadores
	Modelo digital de elevación	Base para cálculo de otros atributos
	Pisos hipsométricos	
Clima	Piso bioclimático	Diferenciadores
	Régimen de humedad	
	Temperatura	
	Precipitación	Base para cálculo de otros atributos
Geología	Litología	Diferenciadores
	Estructura geológica	
	Tectónica	
	Edad geológica	
	Edad litológica del material parental	Caracterizadores
Geomorfología	Geoformas	Diferenciadores
	Morfoestructura	

	Grado y densidad de disección Morfogénesis Morfodinámica	Caracterizadores Pueden definir o caracterizar
Edafología	Unidades de suelo	Pueden definir o caracterizar Base para cálculo de otros atributos
Hidrología	Cuencas hidrológicas Red de drenaje Cuerpos de agua Manantiales	Base para cálculo de otros atributos
Uso de suelo y vegetación	Zonas erosionadas Zonas de asentamientos humanos Cambio de usos de suelo (35 años) Uso del suelo en 1970 Uso actual del suelo (2 000 y verificación de campo 2 005) Deforestación	Caracterizadores Base para cálculo de otros atributos
Fauna	Listado de especies	

Fuente: Valdez (2008)

Subsistema social:

Cuadro 2. Información base para el análisis territorial del subsistema social.

Tema	Atributos	Resultados del análisis
Población total y Ubicación espacial de las localidades	Total de hombres y mujeres	Índice de marginación por localidad Índice de ruralidad
Crecimiento demográfico	Características de la población Población económicamente activa Grupos de edad Analfabetismo	Índice de dependencia económica
Características de la vivienda	Total de vivienda Habitantes por vivienda	Nivel de bienestar

Fuente: Valdez (2008)

Subsistema productivo:

Cuadro 3. Información base para el análisis territorial del subsistema productivo.

Tema	Atributos	Resultados del análisis
Tenencia de la tierra	Ejidal Comunal Privada Federal	Posibilidades de inversión y protección
Cambio de uso de suelo	Cambios en la vegetación y el uso del suelo Sucesión de comunidades vegetales Deforestación y erosión Sustitución de áreas naturales y antrópicas	Utilización de los recursos
Actividades económicas	Sectores	Determinación de la aptitud territorial para las actividades productivas y para cada zona de asentamientos humanos. Especialización económica Características de la población que pudiera emplearse dentro del ANP
PEA ocupada por sector	Sectores Grupos quinquenales de edad Población Económicamente activa	Trabajo y dependencia económica y laboral dentro del parque
Infraestructura productiva	Caminos e infraestructura Unidades de producción	Accesibilidad y fragilidad

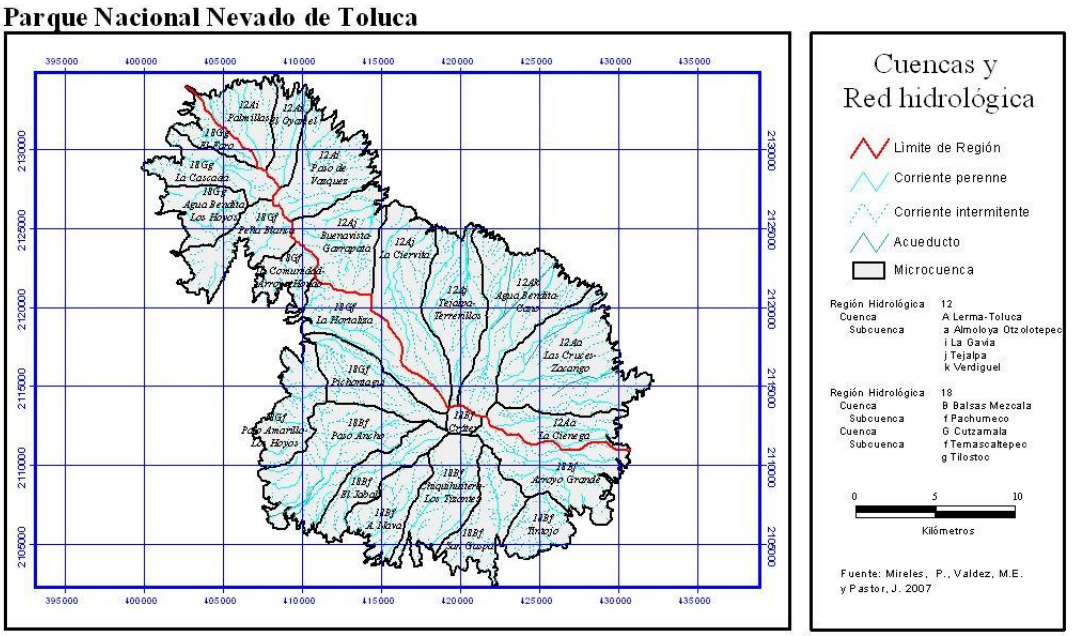
Fuente: Valdez (2008)

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Cada una de las cuencas del parque, se describen en términos de fisiografía, clima, pendientes, geología, geomorfología, suelos, hidrología, uso de suelo y vegetación, densidad de la disección, energía del relieve, ubicación de localidades, vías de comunicación y fragilidad ambiental, esta descripción se realizó con base en mapas

temáticos que fueron elaborados a escala 1:50,000 y se respaldan con información resultado del trabajo de campo, gabinete y análisis de laboratorio.

Las 25 microcuencas que integran el Parque Nacional Nevado de Toluca, se presentan en la figura siguiente:



Un ejemplo de la descripción de las microcuencas es la que se refiere a Las Cruces-Zacango, que forma parte de la Subcuenca: Almoloya-Otzolotepec: La cual cubre un área de 4 643.6 ha, con una corriente de tercer orden, tiene su nacimiento dentro del parque a los 3 780 msnm, es alimentada por dos manantiales. El aforo se realizó a los 2 939 msnm del cual se obtuvo un volumen de 0.0243 m^3/seg. En el muestreo para análisis de calidad de agua, se identificó la presencia de coniformes fecales 220 NMP/cm^3, sin embargo los demás parámetros la clasifican como de muy buena calidad, el volumen de agua que aprovecha la Comisión Nacional del Agua (CNA) es de 648 610.00 m^3/año; dentro de esta cuenca existe una población, sin servicio de drenaje, lo que estaría explicando la presencia de coniformes.

Cuenta con un clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano, hasta la cota 3 800 msnm y después de ésta con un clima frío de altura. Está cubierta por brechas volcánicas y flujos piroclásticos y lahares de entre 24 000 y 11 000 años; cuenta con domos volcánicos y fracturas. Su geomorfología está compuesta por laderas de pómez y brechas volcánicas; circos y valles fluviales y glaciares; así como parte del edificio volcánico del Nevado de Toluca. La energía del relieve oscila entre 120 y 480 m/km^2. La densidad del relieve oscila entre 210 y 1 124 m/km^2. Predominan las pendientes entre 15° y 30°. Las unidades edafológicas que predominan son las consociaciones andosol úmbrico, andosol

páchico y andosol melánico con textura gruesa; así como las asociaciones de andosol páchico + andosol vítrico; andosol vítrico + andosol mólico + andosol melánico con textura gruesa. Los usos de suelo dominantes son el agrícola, otros usos no forestales y pino fragmentado. La tenencia de la tierra es comunal, ejidal y propiedad federal de la cota 4200 hasta la cima del parque. Los accesos a la cuenca son por terracería y vereda. La localidad que se ubica en esta cuenca es Baldío Amarillo con 16 habitantes.

Esta localidad fue registrada por primera vez en el Censo de Población del año 2000 y registra una tasa de crecimiento media anual para el periodo 2000-2005 de 2.71 %. El índice de dependencia económica que se registra es del 60% y el grado de marginación de esta población es Muy Alto.

En general el parque presenta pendientes pronunciadas, lo que implica que los usos del suelo deben ser los más apropiados para evitar la pérdida del mismo y con ello el arrastre de material a las partes bajas.

El PNNT se encuentra en la intersección de tres sistemas de fallas, los cuales dan origen a las fosas tectónicas de Coatepec, Porfirio Díaz, Villa Guerrero y San Miguel, lo que lo ubica como una zona de debilidad cortical, con las implicaciones que conlleva en cuestión de riesgos geológicos.

Dentro de parque se ubicaron 83 domos andesíticos y dacíticos y 11 conos andesíticos, sobre estas estructuras se encuentran el uso de suelo forestal mejor conservado. Cubren una superficie de 2,962 has.

Esta caracterización geológica junto con la geomorfología existente en el parque dan paso de los suelos derivados de cenizas volcánicas, que pueden contar con alto contenido de materia orgánica, pero que también son suelos frágiles, que sumado a las pendientes superiores a 15° y 30° ubican a la zona de estudio como de alta fragilidad. Lo cual se explica también con los mapas de densidad de la disección y energía del relieve cuyos valores coinciden con las zonas de debilidad cortical y pendientes fuertes.

En estas zonas, predominan los procesos erosivos, considerando la erosión de media a alta, ya que se ven acelerados por el avance de las actividades económicas dentro del parque, principalmente en la ladera Norte y Noreste.

En cuestión de suelos el 35.08% corresponde a la asociación de un Andosol páchico con texturas media y gruesa, más un Andosol melánico y un Andosol úmbrico con textura media, distribuida de forma más representativa en la ladera noroeste conocida como Peña Ahumada y suroeste en la comunidad de Cerro Gordo.

Otras unidades que tienen una extensión predominante son la asociación de Andosol melánico más Feozem árgico con Andosol páchico y la consociación de Andosol páchico con textura gruesa con un 13.94 % y 12.34 % respectivamente, la primera caracterizada por una franja que se distribuye en forma lineal discontinua, de norte a suroeste, y la segunda distribuida de forma irregular.

En la cuenca Lerma Toluca existen tres microcuencas que producen agua de excelente calidad, dos producen agua de muy buena calidad; tres más cuentan con agua de buena calidad y una produce agua de calidad aceptable.

De las ocho microcuencas que integran a la cuenca Balsas Mezcala, dentro del parque, tres de ellas producen agua de excelente calidad; tres presentan agua de buena calidad y dos producen agua de calidad aceptable.

Dentro de la cuenca Cutzamala, tres microcuencas producen agua de excelente calidad; dos producen agua de buena calidad; una más arroja agua de calidad aceptable y dos de ellas, presentan niveles altos de contaminación por coliformes fecales.

La superficie cubierta por bosque es alrededor del 60%, el uso agrícola el 15% y otros usos no forestales, que incluyen las zonas desprovistas de vegetación, cubren el 14%. Lo anterior refleja que aún la mayor superficie es forestal, sin embargo ese alto porcentaje está repartido entre diferentes densidades de bosque: denso, semidenso y fragmentado; provocado por la tala que se ha hecho y se sigue haciendo (legal o ilegal), sin la correspondiente reforestación y sin darle tiempo al bosque de regenerarse. Queda clara la pérdida de densidad de los bosques de oyamel, de pino y latifoliadas.

Una de las actividades que urge instrumentar, es la introducción de especies nativas para la reforestación y la vigilancia para evitar tala, darle tiempo para su crecimiento, evitar plagas y controlar su utilización.

La tasa de crecimiento media anual (TCMA) del PNNT del año 1970 al 2005 ha tenido una tendencia de crecimiento variable, para el periodo de 80-90 se registra una TCMA de 3.69%, igual al periodo de 95-2000, y a partir de este año ha venido disminuyendo hasta registrar una tasa de -0.18% para el periodo de 2000-2005.

En cuanto a las características de la población es posible concluir que: la mayor parte de las localidades se encuentran con altos índices de marginación; las localidades sí cuentan con servicios a la vivienda; la dependencia económica es muy alta; las actividades que aún predominan son las primarias, la población es 100% rural y la tasa de crecimiento es baja en comparación con las tasas estatal y nacional.

El análisis de niveles de bienestar de la población, refleja que el 59.43% de la población presenta un grado de marginación medio, es decir que los nueve indicadores presentan un promedio de cobertura de servicios media en siete localidades, con ingresos de dos salarios mínimos y sin hacinamiento en las viviendas.

El 27.28% de la población presenta un grado de marginación alta en seis localidades, lo cual se traduce en que más de la mitad de la población con cuenta con dotación de servicios. Finalmente el 12.69% de la población total del parque (nueve localidades), presenta un grado de marginación muy alto, es decir que los índices de dotación de servicios es muy limitada, las viviendas presentan piso de tierra, tienen alto nivel de hacinamiento y los ingresos de la población económicamente activa es menor a dos salarios mínimos.

Las localidades con los mayores grados de marginación están identificadas como zonas de pobreza extrema y con problemas sociales, en donde su población bajo condiciones de carencias, tiende a emigrar, hecho que no propicia ni incentiva los proyectos de desarrollo local. Por el contrario, aquellos que tienen el menor grado de marginación, presentan problemas ambientales de diversa magnitud, debido al desarrollo de geosistemas antrópicos, los cuales traen consigo, grandes demandas de recursos de los ecosistemas circundantes, transformaciones, impactos y consecuencias ambientales.

En términos generales el PNNT es un área importante en la dotación de servicios ambientales como el agua, que proporciona agua de buena calidad y que las cuencas que presentan contaminación por coniformes es posible sanarse aplicando las técnicas apropiadas y garantizando la infraestructura adecuada (drenaje). Por otro lado el bosque y todos sus derivados deben ser utilizados de manera sustentable, es decir, dando tiempo para su regeneración.

La tenencia de la tierra no es uno de los factores determinantes en el deterioro ambiental, entre otros podrían mencionarse las condiciones físico-geográficas como el suelo, las pendientes, el tipo de roca, la edad de la vegetación, pero sobre todo, los factores más importantes son las actividades económicas que se realizan ahí, tanto las legales como las que no lo son. Por ejemplo la cantidad de caminos de “saca” que se abren cada día y el abandono de los mismos al corto plazo, la apertura de zonas agrícola, en las que se hace una quema y en ocasiones se pierde el control, o por las características del suelo, que sólo permiten cosechas raquíticas o por una sola ocasión, dejando desprotegido el suelo y vulnerable para la erosión.

La calidad ambiental de los recursos del parque, indican que a mayor población, mayor es la presión sobre los recursos naturales y mayor es la tendencia al deterioro ambiental. El incremento de la población suele estar acompañado por una recomposición de las actividades productivas, hacia los sectores secundario y terciario de la economía. Esto implica una reducción de las actividades agropecuarias y consecuentemente, una disminución de la demanda de suelo para actividades agrícolas y pecuarias. Sin embargo, el incremento poblacional tiene aparejados otros fenómenos que repercuten negativamente en el ambiente, como la extracción de productos maderables y no maderables como leña, setas y tierra de monte. En las localidades que presentan decremento poblacional, se crea un gran desaliento para el desarrollo de las actividades del campo y se da una pérdida de mano de obra local especializada y con una cultura de explotación de los recursos naturales en condiciones de sustentabilidad.

El deterioro del entorno natural provocado por la población dentro del parque, no ha representado una mejora significativa en sus condiciones de vida. De acuerdo a las visitas de campo realizadas durante el desarrollo del proyecto, los beneficios económicos derivados de la extracción de recursos naturales o de la sustitución del bosque por actividades agropecuarias son muy bajos. En este contexto, los habitantes de las comunidades no cuentan con recursos económicos que les permitan realizar actividades de recuperación y conservación del bosque ni de control de plagas e incendios forestales.

Según habitantes de las localidades, informan que existen grupos de taladores clandestinos, los cuales son contratados por gente externa que ilegalmente obtienen recursos económicos de la tala no documentada.

A pesar del crecimiento poblacional dentro del parque, los habitantes no son la principal fuente de destrucción y sobreexplotación del recurso forestal, puesto que ellos tienen prohibido talar árboles y de hacerlo, llegan a recibir sanciones e incluso sirven de vigilantes para el cuidado del bosque, sin embargo existen autoridades que han caído en la corrupción, la situación político administrativa de la región y la falta de mecanismos de vigilancia y control, han propiciado la aparición de individuos o grupos organizados dedicados a la tala clandestina, la crianza de ganado a gran escala y la extracción ilegal de productos forestales no maderables.

Las propuestas de uso del suelo y las políticas ambientales a nivel de microcuenca, para el PNNT se presentan en el cuadro siguiente:

Microcuenca	Política ambiental	Actividades		
		Compatibles sin limitaciones	Compatibles con limitaciones	Incompatibles
Agua Bendita-Cano	Aprovechamiento	Forestal	Agrícola	Pecuario
Agua Bendita-Los Hoyos	Conservación	Forestal	Agrícola (sobre valles)	
Arroyo Grande	Conservación	Forestal	Agrícola (sobre los valles)	
Arroyo Nava	Protección	Forestal		Agrícola y pecuario
Buenavista-La Garrapata	Conservación	Forestal	Agrícola (hasta 3 200 msnm, sobre los valles)	
Chiquihuitero-Los Tizantes	Aprovechamiento	Forestal	Turismo (parte alta)	Agrícola y pecuario
El Faro	Conservación	Forestal	Agrícola (sobre valles)	
El Jabalí	Protección	Forestal		Agrícola y pecuario
El Oyamel	Conservación	Forestal	Agrícola (hasta los 3 100 msnm, sobre los valles)	
La Cascada	Conservación	Forestal	Agrícola (sobre valles)	Pecuario
La Ciénega	Aprovechamiento	Forestal	Agrícola, pecuario y Turismo (en la parte alta)	
La Ciervita	Conservación	Forestal	Agrícola (hasta los 3 600, sobre los valles)	Pecuario
La Comunidad-A. Hondo	Protección	Forestal		
La Hortaliza	Conservación	Forestal	Agrícola (sobre los valles)	
Lago El Sol y La Luna	Aprovechamiento		Turismo	Agrícola y pecuario
Las Cruces-Zacango	Aprovechamiento	Forestal	Agrícola y pecuario	
Palmillas	Conservación	Forestal	Agrícola (hasta los 3 200 msnm, sobre los valles)	
Palo Amarillo-Los Hoyos	Conservación	Forestal	Agrícola (sobre los valles)	Pecuario
Paso Ancho	Conservación	Forestal	Agrícola (solo en los valles fluviales)	
Paso de Vázquez	Aprovechamiento	Forestal	Agrícola	
Peña Blanca	Conservación	Forestal	Agrícola (sobre los valles)	
Pichontagui	Conservación	Forestal	Agrícola (sobre los valles y muy cerca de la cota 3 000)	
San Gaspar	Conservación	Forestal	Agrícola (sobre los valles)	
Tejalpa-Terrerillos	Aprovechamiento	Forestal	Agrícola y pecuario	
Tintojo	Protección	Forestal		Agrícola y pecuario

Fuente: Valdez (2008)

CONCLUSIONES

La utilización de los Sistemas de Información Geográfica fue de gran importancia para el análisis espacial de la cartografía generada durante este proceso, sobre todo por la cantidad de información que implica la sobreposición de variables cartográficas, que de manera manual implicarían un esfuerzo adicional para la presentación de la información geográfica.

Como resultado de este trabajo se cuenta con una base de datos, tanto cartográfica como estadística, confiable y actualizada a escala 1:50 000 del PNNT.

En términos generales el PNNT es un área importante en la dotación de servicios ambientales como el agua, que proporciona agua de buena calidad y que las cuencas que presentan contaminación sanarse fácilmente aplicando las técnicas. Por otro lado el bosque y todos sus derivados deben ser utilizados de manera sustentable.

En el contexto del país, el PNNT forma parte del programa nacional “Las 60 montañas prioritarias”, creado en 2002 con el objetivo de asegurar la producción de agua y la captura de carbono mediante la conservación, restauración, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales en estas.

Sin embargo presenta graves problemas de deterioro ambiental como el sobrepastoreo, tala y aprovechamientos clandestinos, incendios forestales, entre otros; por lo tanto es indispensable contar con ordenamientos ecológicos que lleven también a un plan de manejo que permita remediar o amortiguar esos impactos.

El Nevado de Toluca, alberga en su interior a 22 localidades rurales con un total de 8785 habitantes que viven prácticamente de los recursos del parque, sin olvidar que el área de influencia de éste va más allá de los límites del mismo, ya que la producción de agua potable, por ejemplo, abastece a gran parte de los municipios que integran la zona conurbada de la Ciudad de Toluca; por otro lado el bosque representa una de las fuentes importantes para la regulación del ciclo hidrológico de la zona, y su infiltración hacia los mantos acuíferos, considerando éste como uno de los servicios ambientales de mayor valía para los habitantes de la región, por lo que es urgente establecer estrategias para la rehabilitación, conservación y preservación de los recursos naturales.

De las microcuencas del parque, siete requieren la aplicación de una política ambiental de aprovechamiento, catorce de una política de conservación y cuatro de protección, como puede observarse solo en la cuarta parte de la cuencas del parque se permite el aprovechamiento.

Técnicamente las actividades permitidas dentro de las ANP, están definidas por la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, por los decretos de origen y de manera particular por los programas de manejo y por los ordenamientos ecológicos. Lamentablemente no todas estas áreas cuentan con los instrumentos necesarios para regular el uso y manejo de los recursos naturales que contienen.

Los programas de Ordenamiento y planes de manejo de cada área natural protegida se elaboran con la finalidad de promover el desarrollo de proyectos integrales de aprovechamiento de corto, mediano y largo plazo entre propietarios e inversionistas; impulsar la silvicultura como una actividad rentable bajo principios de sustentabilidad; entre otros. Estos planes concretan lapsos de tiempo, responsabilidades y zonas concretas para uso y/o conservación de los recursos y promueven la participación social en la toma de decisiones, supervisión y evaluación de programas. En éstos se deben

integrar todos los actores; principalmente los que viven dentro de las ANP, para que sean asimilados y consolidados.

Es preciso reconocer que se invirtió mucho tiempo en su elaboración, así como recursos humanos, económicos, y gracias a las condiciones que otorgan las Universidades fue posible llevarlo a cabo. Se cuenta con laboratorios para el análisis de suelos y agua, licencias de software especializado y personal capacitado y apoyo a proyectos de investigación para logra concretar esta difícil tarea.

BIBLIOGRAFÍA

Ávila, I. K (2008). Propuesta en materia de políticas públicas para promover la conservación de áreas naturales protegidas con categoría de Parques Nacionales. Caso de estudio: Parque Nacional Nevado de Toluca. Tesis de Maestría. Tecnológico de Monterrey.

CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad (2004): Regiones terrestres Prioritarias de México. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/ [consultada en octubre de 2007].

Franco M.S. y Rodríguez, L. B. (2003): “Servicios ambientales y Desarrollo Local. Oportunidades y limitaciones en un Parque Nacional de México”. Ponencia presentada en el I Congreso Iberoamericano de Desarrollo y Medio Ambiente. Ecuador, Octubre 2004.

Franco, M.S. y Valdez, P, E. (2003). Principios básicos de cartografía y cartografía automatizada. Ed. UAEM. Toluca, México. 156 p.

Gómez, O. D. (2002). Ordenación Territorial. Ediciones Mundi-Prensa y Editorial Agrícola Española, S.A. España.703 p.

IGAC, Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1997). Guía metodológica para la formulación del plan de ordenamiento territorial municipal. Santafé de Bogotá. Colombia. 186 p.

Mireles, P. Valdez, M.E. y Pastor, J. (2007). Estimación de la calidad y cantidad de agua superficial del Parque Nacional Nevado de Toluca. En Memorias del VI Congreso Internacional y XII Congreso Nacional de Ciencias Ambientales. Junio 6, 7 y 8. Chihuahua. México.

Pujadas, R. y Font, J. (1998). Ordenación y planificación territorial. Editorial Síntesis. Madrid, Esp. 399 p.

SEMARNAP, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (1995). Acuerdo de coordinación que celebra la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca y el Gobierno del Estado de México, mediante el cual se transfiere al Gobierno de dicho Estado, la administración de diversos parques nacionales.

SEMARNAP-INE, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca– Instituto Nacional de Ecología (2000). Ordenamiento Ecológico General del territorio. Memoria técnica 1995-2000. México. 535 p.

SEMARNAP, PNUD, RDS, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sustentable, Red de Desarrollo sustentable (2000). Áreas Naturales Protegidas de México con decretos federales (1899-2000). México: Ed. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Red de Desarrollo Sostenible

Soberón, J. Y otros (2002). Áreas Naturales Protegidas y conservación in situ de la Biodiversidad en México, en:
http://www.ine.gob.mx/ueaje:/publicaciones/gacetas/161/. [consultada en octubre de 2007].

Valdez, M.E. (2008). Diagnóstico integrado para el Ordenamiento Ecológico Territorial del Parque Nacional Nevado de Toluca, Estado de México. Tesis de Maestría. Facultad de Filosofía y Letras – Instituto de Geografía. UNAM.