



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL**

**DISEÑO DE SENDEROS INTEPRETATIVOS
EN EL ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA
Y FAUNA NEVADO DE TOLUCA**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN PLANEACIÓN TERRITORIAL**

PRESENTA:

LUIS ISAAC LEGORRETA GÓMEZ

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. en C.A. CARLOS ALBERTO PÉREZ RAMÍREZ



TOLUCA, MÉXICO.

SEPTIEMBRE DE 2017

Contenido

Acrónimos	7
Introducción	9
Capítulo 1. Marco conceptual.....	22
1.1.Áreas Naturales Protegidas	22
1.2 Turismo.....	26
1.2.1 Turismo convencional	31
1.2.2 Turismo alternativo	33
1.3 Senderos interpretativos	36
1.4 Sistemas de Información Geográfica (SIG)	40
1.4.1 Uso del SIG para la planificación del turismo en espacios naturales	43
Capítulo 2. Marco Jurídico del APPF Nevado de Toluca.....	46
2.1 Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos	46
2.2 Ley General del Equilibrio y la Protección al Ambiente	47
2.2.1 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.....	52
2.3 Programa de manejo del APFF Nevado de Toluca	55
Capítulo 3. Caracterización del ANP Nevado de Toluca.....	69
3.1 Características físicas	69
3.2 Aspectos socio-demográficos.	86
3.3 Elementos culturales.....	91
3.4 Dinámica económica.....	93
Capítulo 4. Diagnóstico del turismo en el ANP Nevado de Toluca.....	105
4.1 Aprovechamiento recreativo de recursos naturales y culturales.....	105
4.2 Actores sociales que intervienen en el aprovechamiento turístico.....	113
4.2.1 Sector público.....	113

4.2.2 Actores locales.....	116
4.2.3 Visitantes	120
4.2.4 Tour operadores turísticos de montañismo y senderismo	133
4.3 Capacidad de carga real para senderos en el ANP Nevado de Toluca	135
4.4 Análisis FODA del turismo en el ANP Nevado de Toluca.....	138
Capítulo 5 Diseño de senderos interpretativos en el ANP Nevado de Toluca	143
5.1 Definición de la iniciativa.....	143
5.2 Objetivo de los senderos interpretativos	143
5.3 Elementos esenciales de los senderos interpretativos	144
5.3.1 Categoría del sendero.....	144
5.3.2 Clasificación	144
5.3.3 Tipo.....	144
5.3.4 Descripción de senderos / recorridos	144
a) <i>Recorrido del Cráter</i>	145
b) <i>Sendero Parque de los Venados al Cráter</i>	146
c) <i>Sendero la Ciénega a Parque de los Venados</i>	147
5.3.4 Dificultad	148
5.3.5 Representación cartográfica de senderos.....	150
5.4 Diseño y criterios para la colocación de señales y soportes.....	152
5.4.1 Señalamientos.....	152
5.4.2 Soportes.....	157
5.5 Recorrido de senderos interpretativos mediante Google Maps	169
Conclusiones	172
Referencias.....	177
Anexos.....	184

Anexo 1 Áreas Naturales Protegidas en el Estado de México.....	184
Anexo 2 Guion de entrevista a los Actores locales	185
Anexo 3 Cuestionario dirigido a los turistas	187
Anexo 4 Cálculo para la estimación de la CCR del turismo en el ANP	189
Anexo 5 Información incluida en mesas panorámicas.....	199

Acrónimos

(ANP) Área Natural Protegida

(APFF) Área de Protección de Flora y Fauna

(Bp) Baja pendiente

(Ccf) Capacidad de carga física

(Ccr) Capacidad de carga real

(CDMX) Ciudad de México

(CEPANAF) Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna

(CONABIO) Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

(CONANP) Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

(DOF) Diario Oficial de la Federación

(FCsocial) Factor social

(fCero) Factor de erodabilidad

(FCpre) Factor de precipitación

(FCac) Factor de accesibilidad

(FEDME) Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada

(FODA) Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas

(Gp) gran pendiente

(Gr) sendero de gran recorrido

(INEGI) Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

(LGEEPA) Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al medio Ambiente

(Mp) Mediana pendiente

(Mr) Medio recorrido

(Msnm) Metros sobre el nivel del mar

(PEDU) Plan Estatal de Desarrollo Urbano

(PMAFFNV) Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna
Nevado de Toluca

(Pr) Pequeño recorrido

(PROBOSQUE) Protectora de Bosques del Estado de México.

(SECTUR) Secretaría de Turismo

(SEANPEM) Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas Estado de México

(SEMARNAT) Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales

(SIG) Sistema de Información Geográfica

(UICN) Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

(WCPA) *World Commission on Protected Areas*

Introducción

Los problemas ambientales son generados por el estilo de vida de los seres humanos quienes irónicamente son los que, en la actualidad, se ven más perjudicados con su forma de vivir y los avances tecnológicos. Mientras los recursos naturales se siguen agotando las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son una valiosa estrategia para preservar ecosistemas frágiles permitiendo el manejo y protección de ellos. Sin embargo para que un ANP sea prospera no debe estar aislada de la sociedad sino que debe ser incluida para que la población considere pertinente la preservación.

El origen de las primeras reservas se remonta a más de 3,000 años, hechos atribuidos al faraón egipcio Akhanatán. Durante el siglo XI a.C. Hace mil años los vikingos establecieron en algunas islas (Féroe, Islandia, Hébridas) un sistema que fijaba los límites máximos de ejemplares para la cacería de aves. En la edad media, reyes y príncipes expidieron diversas leyes encauzadas a proteger la fauna cinegética y conservar los bosques. En México a iniciativa del rey Nezahualcóyotl en el siglo XV se fundó el jardín botánico sobre el cerro Tetzocotzingo, Estado de México, área que en años recientes se declaró Parque Nacional Molino de Flores (OMT, 2001).

Sin embargo el conservacionismo moderno, surge con la idea de “Parque Nacional” en Estados Unidos en la época de la revolución industrial y los estragos ocasionados por explotación incontrolada de los recursos naturales, exterminio de fauna, bosques y paisajes. Por lo cual emprendieron la búsqueda de un mecanismo que garantice el rescate y salvaguarda de las maravillas naturales. Así nació el Parque Nacional de Yellowstone. (Mello, 2002)

A la par de la creación de las primeras ANP, se institucionalizan los esfuerzos internacionales para promover la conservación ambiental. De esta forma la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) se fundó en 1956 en Francia tras los importantes impactos de la segunda guerra mundial dejó sobre los ecosistemas de Europa. Tiene como finalidad la protección, preservación y conservación de los recursos naturales y su aprovechamiento encaminado a un uso sustentable. Dentro de esta, surge la Comisión Mundial de Áreas Protegidas por sus siglas en inglés *World Commission on Protected Areas (WCPA)* que es la red más importante del mundo de especialistas en áreas protegidas, administra el Programa de Áreas Protegidas y cuenta con más de 1400 miembros en 140 países. Dicha organización La CMAP ayuda a los gobiernos y otras entidades a planear las áreas protegidas e integrarlas en todos los sectores, proporcionando asesoramiento estratégico a los responsables de las políticas, fortaleciendo la capacidad y la inversión en áreas protegidas, y convocando a los diversos grupos de interés de las áreas protegidas para abordar temas desafiantes. (IUCN, 2017).

De acuerdo con la WCPA (2017) en 2,000 se registró un total de 30,000 áreas protegidas en el mundo abarcaban más de 13, 250,000 km² de la superficie terrestre del mundo (aproximadamente el tamaño de la India y China juntos). Una proporción mucho menor de los mares del mundo (apenas el 1%) está protegida. Proporcionando servicios como conservar la biodiversidad y brindar servicios ambientales vitales, tales como la protección de cuencas y suelos y la protección de las comunidades humanas frente a los desastres naturales.

En el caso de México, la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) tiene un órgano desconcentrado llamada Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) quien es la encargada de administrar actualmente 182 áreas naturales de carácter federal que representan más de 25,628,239 hectáreas y apoya 369 Áreas Destinadas Voluntariamente a la

Conservación, con una superficie de poco más de 399,466.27 hectáreas (Gobierno de la Republica, 2014).

La importancia de las ANP se debe a que están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). Dichas categorías se clasifican en 6 las cuales son: Reservas de la Biosfera, Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Áreas de Protección de Recursos Naturales, Áreas de Protección de Flora y Fauna y Santuarios. Dichas ANP posibilitan que el ecosistema perdure y que la incursión del hombre sea la mínima en el ANP. Esto asegura los recursos para las futuras generaciones, generando un equilibrio en relación naturaleza-hombre (CONANP, 2013)

Por su parte el Estado de México es la entidad con mayor número ANP en el país con un total de 84 que son 300.1 ha. Que representa el 42% del territorio estatal. De las cuales diez tienen la categoría de parque nacional, 47 de parques estatales, cinco de parques municipales, uno de reserva ecológica federal, diez de reserva ecológica estatal, uno de área de protección de flora y fauna, uno de área de protección de recursos naturales y finalmente nueve parques sin decreto. (Secretaría de Desarrollo Urbano, 2007). (Ver anexos 1)

Destaca por su importancia el Volcán Xinantecatl o Nevado de Toluca como una ANP representativa de la nación debido a su diversidad de flora y fauna y la importancia de recarga en los mantos acuíferos para el suministro de agua del Valle de Toluca y México. Se ubica al suroeste de la ciudad de Toluca. Comprende una superficie de 46,784 hectáreas.

Esta ANP fue declara en primera instancia como Parque Nacional el 25 de enero de 1936 mediante un decreto presidencial por Lázaro Cárdenas del Río, con la finalidad

de “Asegurar la alimentación de las aguas de los ríos, formación de manantiales y lagunas de los propios valles, sosteniendo su régimen hidráulico si están cubiertos de bosques, como deben estarlo, para evitar la erosión de sus terrenos en declive y para mantener el equilibrio climático de las comarcas vecinas; siendo necesario, para conseguir tales finalidades, que esas montañas culminantes sean protegidas de manera eficaz en sus bosques, pastos y yerbales, cuyo papel es formar una capa protectora del suelo y como agentes reguladores para sostener las buenas condiciones climáticas y biológicas” (CONANP, 2013).

Sin embargo el 26 de septiembre de 2013 el presidente Enrique Peña Nieto publicó un decreto donde se modificó el estatus a Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) con el argumento que “el nuevo estatus permitirá impulsar un moderno modelo de conservación participativa para mantener superficies bien conservadas libres de impacto, recuperar áreas deterioradas y promover acciones comunitarias de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, con el objeto de fortalecer la protección de plantas y animales nativos, en especial especies bajo algún estado de riesgo, así como mejorar la generación de servicios ambientales” (CONANP, 2013).

No obstante, a pesar de los decretos de protección de área natural protegida, así como la importancia de la biodiversidad biológica y los servicios ambientales que brinda a la sociedad, el ANP Nevado de Toluca presenta grandes problemas ambientales debido a la sobreexplotación de recursos naturales, cambio de uso de suelo de forestal a agrícola y sobreexplotación de recursos naturales. El ANP Nevado de Toluca ha sufrido una constante degradación de su cubierta forestal original y de sus recursos naturales a como consecuencia del desarrollo de procesos erosivos, la desaparición de la cubierta fértil del suelo y su productividad. Se presentan situaciones de riesgo a las poblaciones humanas ubicadas en sitios

frágiles, así como el daño a la infraestructura de drenaje, carretera, fluvial, acustre y actividad económica.

El Nevado de Toluca ha sido tema de estudio en diversas áreas de las ciencias sociales y de las ciencias exactas, desde aspectos territoriales, la relación con la población directa e indirecta al lugar y sus manifestaciones culturales, hasta los estudios de uso de suelo, calidad de aire, flora y fauna.

En este sentido, Franco, Ordóñez y Regil (2006) plantean una metodología detallada para analizar los procesos de cambio en la cobertura vegetal y uso del suelo para el periodo 1972-2000, aplicando métodos de cartografía automatizada y procesos de reclasificación. Se estimó una tasa de deforestación de 8,4% para dicho periodo, con un cambio en más de 2,000 ha. y una pérdida anual de superficie forestal cercana a 156 ha. En conclusión, el artículo explica que se rescata la pérdida forestal entre 1972 y 2000, más de 4,200 hectáreas de bosque, lo que representa el 8,4% de la cobertura forestal original. Es posible afirmar que la perturbación sufrida en el área de estudio es realmente alarmante. Esto cobra especial relevancia dada su categoría de “Parque Nacional” y que a pesar de tener el mayor estatus de protección en ese periodo no se hizo nada para proteger el ANP. Por otra parte, la única especie que presentó índice de incremento fue el Árbol de Oyamel que en el periodo antes mencionado se incrementó en más de 400 ha. Del mismo modo Nava Bernal, Regil, Franco y González (2006), identifican el cambio de uso del suelo y vegetación en el Nevado de Toluca para el periodo 1972-2000, mediante herramientas de cartografía digital y fotointerpretación.

Sin embargo, a pesar de estas valiosas contribuciones poco se ha abordado respecto a la planificación del turismo rural como estrategia que permita impulsar el adecuado aprovechamiento recreativo de los recursos naturales. En particular es de interés para la presente investigación la formulación de propuestas que permitan

el empleo de nuevas tecnologías como los SIG para el diseño de senderos interpretativos que contribuyan al adecuado desarrollo del turismo rural.

Por otro lado, con el proceso de re-categorización del ANP se ha cuestionado la posibilidad de que los terrenos ubicados en las faldas sean destinados para actividades productivas. Cerca de 96% de la superficie podrá ser utilizada por los habitantes, el sector privado y público para actividades vinculadas con la extracción de especies forestales, el aprovechamiento de vida silvestre, actividades agrícolas, pecuarias, pesqueras y acuícolas, además de la construcción y mantenimiento de infraestructura pública o privada. El resto del área, que equivale a cerca de mil 941 hectáreas, estarán destinadas para la conservación original y donde queda prohibido arrojar desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos; rellenar, desecar o modificar los cauces naturales de los ríos y arroyos; introducir ejemplares o poblaciones exóticas de la vida silvestre; acosar, molestar o dañar de cualquier forma a las especies silvestres, y ampliar la frontera agropecuaria mediante la remoción permanente de vegetación natural, entre otras (CONANP, 2013).

Además, otra problemática actual que enfrenta esta ANP refiere al aprovechamiento turístico de los recursos, ya que el usuario promedio al visitar las ANP no lleva la suficiente información de cómo respetar el entorno y las actividades permitidas en su interior. De acuerdo a Osorio, Espinosa, Regil, Nava y Ramírez (2011), el visitante del ANP Nevado de Toluca mantiene el mismo comportamiento masivo y depredador que el típico de los destinos convencionales, pues revela el predominio de sus hábitos de consumo por encima de la conservación del paisaje natural, una auténtica conciencia y compromiso por revertir el deterioro ecológico.

De esta forma el turismo genera importantes impactos ambientales sin importar el tipo de visitante, por lo que es necesario planificar el adecuado desarrollo de la actividad y el aprovechamiento recreativo de los recursos naturales. Una de las

estrategias de mayor trascendencia en la actualidad, refiere a la existencia de senderos y rutas de ascenso para el esparcimiento de turistas y visitantes, que al mismo tiempo le proporcione información del entorno y la importancia de la conservación ambiental.

Frente a las problemáticas ambientales que enfrenta el ANP Nevado de Toluca, es preciso dar respuesta a la pregunta de investigación ¿De qué forma es posible impulsar la adecuada planificación de la actividad turística en el Nevado de Toluca mediante el diseño de senderos interpretativos?

Para dar respuesta a esta interrogante, la investigación tuvo como objetivo general: diseñar senderos interpretativos en el APFF Nevado de Toluca, mediante el análisis del entorno natural, social y económico, que favorezca la conservación ambiental y el adecuado uso turístico como aprovechamiento de los recursos naturales.

Del mismo modo, se establecieron como objetivos específicos: a) comprender diversas nociones conceptuales referentes al turismo , ANP, conservación ambiental y los SIG como herramientas para la planificación de senderos interpretativos; b) Generar un marco jurídico en materia de Áreas Naturales Protegidas para identificar las regulaciones permitidas y sus restricciones dentro del APFF Nevado de Toluca; c) caracterizar las condiciones naturales, sociales y económicas del ANP Nevado de Toluca; d) analizar el desarrollo de la actividad turística en el ANP y su incidencia para la conservación ambiental; y finalmente e) diseñar una propuesta de senderos interpretativos en el lugar de estudio.

La presente investigación se basó en un método descriptivo que permite recopilar, organizar, analizar y presentar los resultados de la investigación, de la misma manera en que la realidad se aterriza, para la construcción de datos. De tal manera la investigación estuvo sustentada en la información proporcionada por datos

empíricos obtenidos del trabajo de campo, basado en el ámbito específico requerido para la investigación, los cuales permitieron la obtención de información precisa y objetiva. Se hizo uso del método de pensamiento inductivo, a partir de la observación de hechos particulares para obtener propuestas o planteamientos generales. Además se empleó un método de trabajo clínico, que permitió realizar un profundo análisis acerca de las principales características del Nevado de Toluca y sus principales recursos naturales y culturales, con la finalidad de analizar la posibilidad para el diseño de senderos interpretativos y su aprovechamiento turístico.

a) Caracterización del ANP Nevado de Toluca

Para realizar la caracterización del lugar de estudio, se consultaron diversas fuentes oficiales como INEGI, SEMARNAT y CONANP así como publicaciones de revistas y artículos científicos de la Universidad Autónoma del Estado de México. Se realizaron mapas para identificar la información bibliográfica con el medio ambiente tales como mapas de usos de suelo, climas, tipo de suelo, zonificación del ANP. Del mismo modo se realizaron mapas de temática social como mapa de localidades urbanas y rurales dentro del ANP, empleando el Software ArcMap 10.4.1 en español.

Las técnicas documentales, estuvieron basadas en la compilación, estudios y análisis de información en documentos como libros, revistas, monografías, datos estadísticos y oficiales, entre otros, que están directamente relacionados con la investigación. Esta información permitió hacer un análisis sobre la zona de estudio, en cuanto a su localización, entorno físico, social y cultural, para obtener el conocimiento sobre los principales atractivos tanto naturales como culturales. Para ello, fue necesario visitar fuentes de información, que permitan la recopilación de datos y documentos relacionados con el ANP Nevado de Toluca y el objeto a

desarrollar como la SECTUR, INEGI, CONANP, entre otros. Así como fuentes de las bibliotecas de las Facultades de Turismo, Geografía y Planeación Urbana y Regional de la Universidad Autónoma del Estado de México.

b) Marco jurídico del APFF Nevado de Toluca

Para el desarrollo del marco normativo se retoma a la Constitución política de los estados unidos mexicanos como partidario de la normatividad seguido de la LGEEPA que es la ley encargada en materia de equilibrio ecológico. Finalmente se retoma el programa de manejo del APFF Nevado de Toluca como mediador de las disposiciones permitidas y restricciones dentro del parque.

c) Diagnóstico del turismo en el APFF Nevado de Toluca

Para el desarrollo de esta investigación se retoman las aportaciones de Prado y Vahí (2011) respecto al diseño de itinerarios turísticos para la puesta en valor del patrimonio territorial para ello consideran fundamental identificar los recursos naturales susceptibles de aprovechamiento turístico considerando una fuente inicial de información la producción bibliográfica, que permite una primera aproximación al objeto de estudio.

De esta forma, para la realización del diagnóstico del turismo rural en el ANP se recabó información documental, retomando los aportes metodológicos de Franco-Mass (*et. al.*2009), quienes identifican 19 recursos turísticos para el desarrollo del ecoturismo en la región. Estos recursos son lugares estratégicos para implementar una oferta de servicios turísticos mediante un proceso de planificación enfocado al desarrollo turístico sustentable. Se elaboró el mapa de zonificación del ANP tomando como fuente de información proporcionada por CONANP (2017) e INEGI (2014), y contrastarlo con la ubicación de recursos turísticos identificados por

Franco-Mass (*et.al.* 2009), empleando para ello el Software ArcMap 10.4.1 en español. A partir de ello fue posible identificar los recursos turísticos que tienen una potencialidad para el aprovechamiento recreativo acorde con la zonificación establecida en el programa de manejo.

Además fue necesario el diseño, prueba y aplicación de instrumentos de investigación de campo, llevado a cabo durante los meses de abril a junio de 2017.

- a) entrevistas aplicadas a la población local: se aplicaron 15 entrevistas a ejidatarios de San Juan de las Huerta, trabajadores del Nevado de Toluca con la finalidad de identificar las características socio demográficas (origen, localidad, edad), si formalmente está reconocido como ejidatario, la organización local y sus funciones dentro del parque, el conocimiento del programa de manejo y las actividades permitidas dentro del parque (Véase anexo 1).
- b) cuestionario a turistas y visitantes: se aplicaron 150 a partir de una muestra representativa, con el propósito de conocer la percepción del turismo, beneficios y desventajas de la actividad, principales impactos ambientales, pero sobre todo su opinión respecto al turismo (Véase anexo 2).

Para determinar el número de encuestas a aplicar, se emplea la fórmula propuesta por la OMT (2001), a partir de la definición del tamaño de la muestra de los habitantes de la zona de estudio, tomando como universo el número de habitantes señalados por el Programa de Manejo del Nevado de Toluca. Donde se indica que la población total asciende a 5,297 habitantes.

$$N: \frac{(z)^2(p)(q)(N)}{e^2(N-1)}$$

Dónde:
N: Universo
Z: 1.96* P: 0.9*
q: 0.1* e: 0.05*

*Valores asignados por la formula

También fue necesario realizar trabajo de campo en el parque de las Ciénegas, Parque de los Venados y en el Cráter para hacer el reconocimiento de la zona de estudio. Se consideró importante estimar la capacidad de carga física y real para considerar el número de visitantes recomendados por sendero para no afectar la condiciones del entorno natural, con base a los planteamientos de Cifuentes *et. al.* (1999). Finalmente se realizó un análisis FODA para valorar cada característica en el ANP. Además para la planificación de rutas turísticas, se debe considerar los lineamientos jurídicos y normativos definidos en el Programa de Manejo publicado en octubre de 2016 y que establecen las disposiciones que determinan las actividades permitidas y no permitidas dentro del parque (CONAP, 2013).

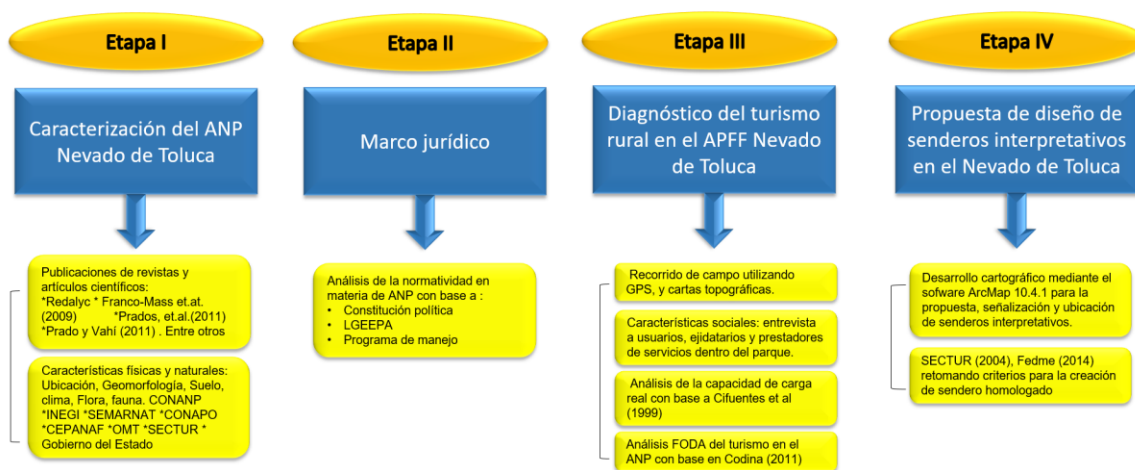
d) Diseño de senderos interpretativos en el ANP Nevado de Toluca

Para el diseño de senderos interpretativos, fue necesario determinar los siguientes descriptores: localización, recorrido, altitud y pendiente. Esta información altimétrica y posicional permite establecer asociaciones entre los recursos turísticos. Para la planificación del recorrido fue necesario considerar las aportaciones de FEDME (2014) y SECTUR (2004), retomando sus criterios establecidos para la creación de sendero homologado, considerando las siguientes:

- Definición: actividad deportiva no competitiva que se realiza en caminos con un entorno natural, buscando acercar a la persona al medio natural y cultural que caracteriza el lugar visitado.
- Objetivo de los senderos interpretativos: facilitar al usuario la práctica del senderismo a proporcionando seguridad, información y fomentando el adecuado aprovechamiento de los recursos

- Elementos esenciales de los senderos interpretativos: ubicación, tipo y clasificación de los senderos
- Señales y soporte: diseño y criterios para la colocación de señales y soporte
- Proyecto de senderos interpretativos.

Cuadro 1. Etapas del desarrollo de investigación



Fuente: elaboración propia.

Para el desarrollo de la investigación se retoman diversas aportaciones metodológicas que permitieron el análisis de las principales características del ANP así como problemáticas que afectan al parque y propuestas que pueden beneficiar al Nevado de Toluca también beneficiando al desarrollo de la investigación. Para ello se consideraron las aportaciones de Prado y Vahí (2011), Franco-Mass (*et al.*2009), CONANP (2017), INEGI (2014), Cifuentes *et. al.* (1999), FEDME (2014), SECTUR (2004), así como el empleo del Software ArcMap 10.4.1 para el diseño de los senderos interpretativos en el lugar de estudio y del programa Revic 2010 para el desarrollo de la propuestas de renderización.

El documento se estructura en cuatro capítulos. El primero contiene una revisión de las principales nociones teóricas y conceptuales de la investigación como la descripción de un Área Natural Protegida (ANP), sus categorías y clasificación. Los conceptos de turismo, tipos de turismo y su relación con los senderos interpretativos, así como un marco jurídico de las áreas protegidas. La definición de un Sistema de Información Geográfica (SIG) y la metodología empleada para el desarrollo de la investigación. El capítulo dos consta de una caracterización de la zona de estudio que abarca su ubicación, características físicas, clima, flora, fauna y los principales aspectos socio- demográficos y finalmente se aborda el régimen de protección del APFF Nevado de Toluca. El capítulo tres aborda un diagnóstico del turismo, aprovechamiento turístico, actores locales y un estudio de la capacidad de carga física y real de la propuesta de los senderos interpretativos. Finalmente se incluye el capítulo cuatro donde se da a conocer la propuesta de senderos interpretativos en el parque así como las conclusiones, referencias y anexos.

Capítulo 1. Marco conceptual

En este capítulo se abordan las principales nociones vinculadas con el desarrollo de la investigación, considerando las características de un ANP, clasificación, principales actores que intervienen, el marco jurídico que las regulan, así como las dinámicas de la actividad turística, con énfasis en sus modalidades y en particular la creación de un sendero interpretativo mediante SIG, como la estrategia para favorecer el adecuado aprovechamiento recreativo de los recursos naturales. De este modo se puede comprender el enfoque y la vertiente del tema de investigación para poder entender de forma homogénea el área de estudio, su clasificación y los enfoques específicos de la investigación.

1.1. Áreas Naturales Protegidas

De acuerdo con UICN (2017) un área protegida es un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, a través de medios legales u otros tipos de medios eficaces, para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados. Dicha institución es sede de la WCAP que constituye la red más importante del mundo de especialistas en áreas protegidas. Es administrada por el Programa de Áreas Protegidas de la UICN y cuenta con más de 1400 miembros en 140 países.

La Comisión resguarda 30,000 ANP registradas en el año 2,000. Esto representa una enorme inversión de todos los países del mundo para proteger su diversidad biológica para las generaciones futuras. El objetivo de la WCAP es asistir a los gobiernos y otras entidades a planear el establecimiento de áreas protegidas y a integrarlas en todos los sectores, mediante una orientación estratégica a los encargados de la decisión política; fortalecer las capacidades y eficacia de los

administradores de áreas protegidas, brindándoles asesoría, instrumentos, información y un vector para el establecimiento de redes; Incrementar las inversiones en áreas protegidas, convenciendo de su valor a donantes del sector público y privado; y fomentar la capacidad de la WCAP para implementar su programa, incluyendo cooperación con Miembros y asociados de la UICN (UICN, 2017).

En México la CONANP es la encargada de regular y administrar las ANP en el país. Administra actualmente 182 áreas naturales de carácter federal; (ver imagen 2) que representan más de 90, 000,000 de hectáreas; (ver imagen 2) y apoya 369 Áreas destinadas voluntariamente a la conservación, con una superficie de poco más de 399,466.27 hectáreas (CONANP, 2017). (Véase Mapa 1)

En el mapa 1 se puede apreciar que el número de ANP que existen en el país son de 182 y se clasifican en 6 categorías partiendo del grado e importancia de preservación así como restricciones dentro de ellos. La extensión territorial del País es de 1, 973,000.00 km² de los cuales 256,282.39 km² se conforman por ANP siendo solo el 12.99% del territorio nacional. Considerando el total de ANP como el 100%. Las APFF abarcan un 22.03% del total de ANP y en su extensión territorial cuenta con un 26.51% de las 25,628.239 ha de ANP. CONANP (2017)

Mapa 1. Áreas Naturales Protegidas de México



Fuente: CONANP (2016)

Gráfica 1. Áreas Naturales protegidas

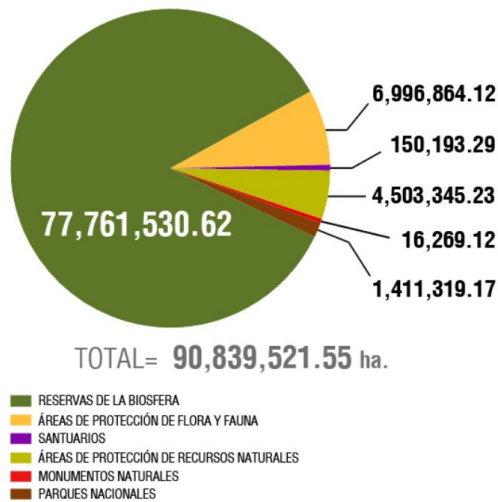
Áreas Naturales Protegidas



Fuente: CONANP (2017)

Gráfica 2. Superficie de ANP

Superficie de ANP por categoría de manejo (Hectáreas)



Fuente: CONANP (2017)

Actualmente existen 40 APFF. (Ver tabla 1). Ubicadas en los estados de Chihuahua, Baja California, Jalisco, Chiapas, Sinaloa, Sonora, San Luis Potosí, Colima, Estado de México, CDMX, Morelos, Campeche, Quintana Roo, Coahuila, Tamaulipas, Oaxaca, Tabasco, Veracruz y Michoacán, Las APFF son las siguientes:

Tabla 1. APFF

Áreas de Protección de Flora y Fauna			
1	Bala'an K'aax	21	Maderas del Carmen
2	Balandra	22	Manglares de Nichupté
3	Bavispe	23	Médanos de Samalayuca
4	Boquerón de Tonalá	24	Meseta de Cacaxtla
5	Cabo San Lucas	25	Metzabok
6	Campo Verde	26	Nahá
7	Cañón de Santa Elena	27	Nevado de Toluca
8	Cañón del Usumacinta	28	Ocampo
9	Cascada de Agua Azul	29	Otoch Ma'ax Yetel Kooh
10	Cerro Mohinora	30	Papigochic
11	Chan-Kin	31	Pico de Tancitaro
12	Ciénegas del Lerma	32	Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui
13	Corredor Biológico Chichir	33	Sierra de Álvarez
14	Cuatrociénegas	34	Sierra de Quila
15	El Jabalí	35	Sierra La Mojonera
16	Islas del Golfo de Californ	36	Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan
17	La porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel	37	Tutuaca
18	La Primavera	38	Uaymil
19	Laguna de Términos	39	Valle de los Cirios
20	Laguna Madre y Delta del Río Bravo	40	Yum Balam

Fuente: Elaboración propia con base a CONANP (2017)

Con la finalidad de definir las ANP en México, identificar sus categorías, zonificación y características específicas, es necesario considerar el marco jurídico, establecido por la Ley General de Equilibrio Ecológico que en materia de medio ambiente es el instrumento encargado en regular las especificaciones en el país.

1.2 Turismo

Durante décadas, el turismo ha experimentado un continuo crecimiento y una profunda diversificación, hasta convertirse en uno de los sectores económicos que crecen con mayor rapidez en el mundo. En escala global guarda una estrecha

relación con el desarrollo y se inscriben en él un número creciente de nuevos destinos. Esta dinámica lo ha convertido en un motor clave del progreso socioeconómico. Hoy en día, el volumen de negocio iguala o incluso supera al de las exportaciones de petróleo, productos alimentarios o automóviles. De esta forma, se ha convertido en uno de los principales actores del comercio internacional, y representa al mismo tiempo una de las principales fuentes de ingresos de numerosos países en desarrollo. Este crecimiento va de la mano del aumento de la diversificación y de la competencia entre los destinos (OMT, 2010)

El turismo ha ido cambiando junto con el hombre, de acuerdo a sus necesidades y características, y es esto lo que provoca su incremento cada vez más e importancia mundial. Su evolución está dividida en épocas, cada una con motivos y características que las hacen sobresalir. En la época griega se caracteriza por los deportes y fiestas religiosas cuyos principales destinos eran Atenas, Delfos y Olimpia. Para Rodríguez (2011) en la época del imperio romano los turistas viajaban motivada primordialmente por el deseo de expandirse territorial y religiosamente, por salud (aguas termales), por descanso exclusivamente para los emperadores y también para celebrar las fiestas dedicadas a sus dioses. Esta época se caracteriza porque los romanos contaban ya con itinerarios de viaje, sistemas de comunicación vial adecuados, prosperidad y paz en el interior de su imperio y además las personas de alta jerarquía contaban con tiempo de ocio para realizar los viajes. En la época de la edad media en turista se caracteriza por las cruzadas y las peregrinaciones cuyo propósito era evangelizar. Para este momento de la historia ya se reconoce al encargado del viaje como "guía contratado".

En el siglo XIX Thomas Cook quien de acuerdo con Rodríguez (2011) es conocido como el pionero del turismo moderno. Siendo un empresario inglés transformó la producción artesanal en una moderna empresa mercantil a la que dio su nombre en 1845 como consecuencia de la idea que se le ocurrió mientras viajaba en ferrocarril

como militante de una asociación antialcohólica de la que era socio fundador. En 1841 realizó un viaje organizado para más de 500 personas a Leicester con motivo de un congreso anti alcohol. En 1851 organizó un viaje para 165,000 personas a la exposición universal de Londres y en 1855 a la exposición de París. En 1866 viajó a Estados Unidos para concertar los servicios de diferentes compañías ferroviarias para producir turismo con servicios incentivadores y facilitadores americanos. Más tarde abrió sucursales de la empresa en las ciudades americanas que le interesaban como abastecedoras.

Una de sus aportaciones más destacadas fue la creación del sistema de pago basado en cupones concertados con hoteles usados como medio de pago por sus clientes. El ejemplo de Cook fue imitado tanto en América como en Europa dando nacimiento a la creación de numerosas empresas dedicadas a la producción de turismo y a la intermediación de servicios de hospitalidad y de transporte para el segmento de demanda que prefería producir su propio turismo.

Por otro lado Ibáñez y Rodríguez (2012) argumentan que el turismo tradicional o masivo como se conoce hoy en día tuvo sus comienzos a finales de la segunda guerra mundial que se encuentra ligado estrechamente al desarrollo económico y tecnológico de las sociedades. En base a este argumento los autores lo dividen en cinco fechas: 1900-1914 el turismo de despegue que se caracteriza por la aparición del ferrocarril. 1914-1918 el turismo se enfoca a una clase privilegiada. Es levemente restringido el turismo por el retroceso de la economía. 1919-1939 este periodo se caracteriza por la integración de la clase media. 1939-1945 se impedía viajar por placer a puntos distantes debido a las diferencias entre países. Se crean restricciones para el otorgamiento de visas y pasaportes. 1945 a la fecha es el despegue del turismo de masas debido al crecimiento económico, desarrollo de tecnologías y la búsqueda de la modernidad.

De acuerdo con la Organización Mundial del Turismo (OMT, 2017) se entiende como turista un visitante (interno, receptor o emisor) se clasifica como turista (o visitante que pernocta), si su viaje incluye una pernoctación.

La clasificación de turista es la siguiente:

- Turismo emisor: abarca las actividades realizadas por un visitante residente fuera del país de referencia, como parte de un viaje turístico emisor o de un viaje turístico interno.
- Turismo interior: engloba el turismo interno y el turismo receptor, a saber, las actividades realizadas por los visitantes residentes y no residentes en el país de referencia, como parte de sus viajes turísticos internos o internacionales.
- Turismo internacional: incluye el turismo receptor y el turismo emisor, es decir, las actividades realizadas por los visitantes residentes fuera del país de referencia, como parte de sus viajes turísticos internos o emisores, y las actividades realizadas por los visitantes no residentes en el país de referencia, como parte de sus viajes turísticos receptores.
- Turismo interno: incluye las actividades realizadas por un visitante residente en el país de referencia, como parte de un viaje turístico interno o de un viaje turístico emisor.
- Turismo nacional: abarca el turismo interno y el turismo emisor, a saber, las actividades realizadas por los visitantes residentes dentro y fuera del país de referencia, como parte de sus viajes turísticos internos o emisores.
- Turismo receptor: engloba las actividades realizadas por un visitante no residente en el país de referencia, como parte de un viaje turístico receptor (OMT, 2017).

En base a la OMT (2010) un visitante es una persona que viaja a un destino principal distinto al de su entorno habitual, por una duración inferior a un año, con cualquier

finalidad principal (ocio, negocios u otro motivo personal) que no sea la de ser empleado por una entidad residente en el país o lugar visitados. Un visitante (interno, receptor o emisor) se clasifica como turista (o visitante que pernocta), si su viaje incluye una pernoctación, o como visitante del día (o excursionista) en caso contrario.

En México, la Secretaría de Turismo (SECTUR) es la encargada de conducir el desarrollo turístico nacional, mediante las actividades de planeación, impulso al desarrollo de la oferta, apoyo a la operación de los servicios turísticos y la promoción, articulando las acciones de diferentes instancias y niveles de gobierno. Define al turismo como las actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias en lugares distintos al de su entorno habitual, por un período de tiempo consecutivo inferior a un año, con fines de ocio, y otros motivos no relacionados con el ejercicio de una actividad remunerada en el lugar visitado. Del mismo modo define al turista como los visitantes que pernoctan en un medio de alojamiento colectivo o privado en el lugar visitado una noche por lo menos (SECTUR, 2017).

La SECTUR (2017) hace distinción entre visitante que lo describe como toda persona que se desplaza a un lugar distinto al de su entorno habitual, por una duración inferior a doce meses, y cuya finalidad principal del viaje no es la de ejercer una actividad que se remunere en el lugar o país visitado, según corresponda a un visitante interno o un visitante internacional.

La actividad turística se clasifica de acuerdo al componente espacial, temporal o incluso de acuerdo al propósito del viaje. Cada modalidad turística engloba un grupo amplio de actividades.

Cuadro 2. Tipos de turismo



Fuente: Elaboración propia con base a información de SECTUR (2017)

1.2.1 Turismo convencional

Se sustenta principalmente en el turismo masivo y en el desarrollo de grandes instalaciones de alojamiento y esparcimiento. Los turistas que practican este tipo de turismo regularmente presentan hábitos consumistas y demandan servicios sofisticados. Las actividades que mayormente lo caracterizan, son según la OMT (2010), la visita a playas y grandes destinos turístico o bien, a ciudades coloniales o de atractivo cultural situadas regularmente en grandes ciudades.

Un ejemplo de turismo convencional y sus impactos ambientales lo describe claramente Cañada (2011) exponiendo la oferta turística de Centroamérica con presencia de fuertes inversiones de capital, está centralizada en la costa, en ciudades coloniales y algunos destinos vinculados al patrimonio natural, arqueológico y cultural. Sobresalen las ciudades coloniales que conecta el sur de

México, desde Oaxaca, Puebla y San Cristóbal de las Casas, con toda Centroamérica, a través de Ciudad Antigua, Comayagua, Suchitoto, León y Granada, entre las más destacadas. En estas ciudades es evidente la presencia de la inversión pública que ha posibilitado la llegada de nuevos inversionistas privados. Cañada (2011) explica que los espacios costeros tenían poco valor económico y escasa población. Derivado del turismo se han incrementado los precios del suelo y la llegada masiva de nuevos pobladores, tanto trabajadores asociados a la construcción y el turismo, como nuevos residentes. A su vez, parte de la población local encuentra mayores dificultades para llevar a cabo actividades tradicionales como la pesca artesanal, o el acceso a las playas. Esta evolución del sector forma parte de un cambio económico estructural. De la agro-exportación tradicional, de hace tres décadas, basada en el algodón, plátanos, azúcar, café y carne, principalmente, se ha pasado a un modelo de inserción en la economía internacional más complejo, con predominio de la exportación de productos agrícolas tradicionales y no tradicionales, la maquila y principalmente el turismo. Con mayor o menor intensidad continúan predominando las políticas orientadas a atraer la inversión y el turismo extranjero.

Cañada (2011) argumenta que el comportamiento visto en Centroamérica es similar al resto del mundo en materia de turismo. Al igual que en otros destinos turísticos en distintas partes del mundo se presenta la destrucción de manglares y humedales; la contaminación del agua; la acumulación de residuos sólidos; la privatización de recursos naturales como las playas o el agua; movimientos de tierra y destrucción de cerros para creación de terrazas; destrucción y/o fragmentación de los bosques; la artificialización del paisaje; la presión y amenaza a la reservas naturales; la acumulación de hierro y cemento. La extensión y consolidación de este modelo de desarrollo turístico en Centroamérica amenaza gravemente la conservación de su medio ambiente. El impacto de turismo sobre el medio ambiente, de hecho,

incrementa la vulnerabilidad de la región frente al Cambio Climático, considerada conjuntamente con El Caribe.

De este modo es preciso atender los problemas ambientales transformando los hábitos y características del turismo predominante y optando por nuevas estrategias de turismo sustentable que sean más amigables con el entorno natural sin dejar de lado la derrama económica y la preservación de los recursos.

1.2.2 Turismo alternativo

Para la SECTUR, el turismo alternativo representa una nueva forma de hacer turismo toma que permite la realización de actividades en contacto con la naturaleza y un reconocimiento al valor de la interacción con la cultura rural. De esta forma define al turismo alternativo como *“los viajes que tienen como fin realizar actividades recreativas en contacto directo con la naturaleza y las expresiones culturales que le envuelven con una actitud y compromiso de conocer, respetar, disfrutar y participar en la conservación de los recursos naturales y culturales”* (SECTUR, 2004:22).

Además presenta una segmentación del turismo alternativo a partir del tipo de interés de actividades que el turista tiene y practique en contacto con la naturaleza.

Tabla 2. Clasificación de turismo alternativo

Ecoturismo	Turismo de aventura	Turismo rural
-Talleres de educación ambiental -Observación geológica -Observación de fósiles -Proyectos de investigación biológica - Senderismo	-Montañismo - Cañotismo -Escalada -Buceo -Pesca deportiva -Rappel	-Talleres artesanales - Talleres gastronómicos -Agroturismo -Preparación y uso de medicina tradicional

Elaboración propia con base a SECTUR (2004)

Por otro lado, para Ibáñez y Rodríguez (2012) el turismo alternativo es una corriente de turismo que tiene como objetivo la realización de viajes donde el turista participa en actividades recreativas de contacto con la naturaleza y las expresiones culturales de comunidades rurales, indígenas y urbanas, respetando los patrimonios natural, cultural e histórico del lugar que visitan. Presupone que los organizadores están conscientes de los valores naturales, sociales y comunitarios, y que los turistas desean interactuar con la población local. Se clasifica en:

- Turismo cultural: corresponde a los viajes que se realizan con el deseo de entrar en contacto con otras culturas y acercarse a sus identidades. Contempla como uno de sus objetivos el conocimiento de los bienes de patrimonio cultural.
- Agroturismo: es una actividad en la que el turista busca vincularse con las labores del campo. Otras de sus motivaciones son: el contacto con las actividades económicas tradicionales en localidades regularmente pequeñas y experimentar la vida rural campesina.
- Ecoturismo: se plantea como viajes turísticos responsables que conservan el entorno y ayudan al bienestar de la comunidad local. Se acompaña por códigos éticos y genera un enorme flujo de viajeros internacionales.
- De aventura: referente a las actividades que se practican dentro de esta modalidad encontramos a, el montañismo, rappel, escalada, cabalgata, ciclismo de montaña y la caminata
- Turismo rural: es aquel tipo de turismo que se realiza en zonas no urbanas, realizando la cultura, los valores y la identidad de la población local, a través de su directa y activa participación en la prestación de los servicios turísticos (Ibáñez y Rodríguez, 2012).

Destaca este tipo de turismo, pues complementa las actividades económicas tradicionales y permite el intercambio positivo entre visitantes y receptores. Cabe decir que no necesariamente vincula a los visitantes con las actividades agropecuarias, pues sus activos principales son: la contemplación de áreas específicas, el paisaje, la recreación y el descanso.

OMT (2016) lo define como “los viajes que tienen como fin el realizar actividades de convivencia e interacción con una comunidad rural, en todas aquellas expresiones sociales, culturales y productivas cotidianas de la misma”. El turista forma parte activa de la comunidad durante su estancia en ella, en donde aprende a preparar alimentos habituales, crea artesanía para su uso personal, aprende lenguas ancestrales, el uso de plantas medicinales, cultiva y cosecha lo que cotidianamente consume, es actor en los eventos tradicionales de la comunidad, percibe y aprecia creencias religiosas y paganas.

Entre las actividades se encuentra el agroturismo, fotografía rural, talleres artesanales o gastronómicos, preparación y uso de medicina tradicional, ente otras. Con base en las definiciones y cada actividad realizada en el aspecto de turismo rural podemos proponer que todas las actividades realizadas fuera de una gran urbe pueden ser consideradas como turismo rural ya sea el ecoturismo, turismo de aventura, turismo cultura, agroturismo ya que estas actividades no se podrían llevar a cabo sin la presencia del entorno rural y las características peculiares que presenta.

Una de las principales características de este tipo de turismo se enfoca a la realización de actividades al aire libre, pero además, con el compromiso de aportar nueva información y conocimientos a los turistas y visitantes. Por ello los senderos interpretativos constituyen una de las estrategias de mayor validez dentro del turismo alternativo (Phillips, 2006), como una actividad en la que el visitante transita

ya sea a pie o en algún tipo de transporte por un camino a campo traviesa predefinido y equipado con cédulas de información, señalamientos y/o guiados por intérpretes de la naturaleza cuyo fin específico es el conocimiento del medio natural y cultural local.

1.3 Senderos interpretativos

Los senderos interpretativos son una herramienta educativa cuya principal finalidad es la de comunicar sobre el valor de la conservación del patrimonio cultural y la biodiversidad de nuestras comunidades las diferentes regiones que reciben visitantes permitiendo el contacto directo de los visitantes con los valores sobre los que se quiere dar un mensaje.

Un ejemplo de esto se presenta en México en los municipios de las poblaciones de la Sierra Norte. Donde se han desarrollado senderos, para cubrir las necesidades de comunicación entre los habitantes de las comunidades, sin embargo últimamente se le ha sacado provecho para el desarrollo turístico del lugar, los senderos con los que cuentan son rústicos y no proveen información extra sobre el entorno, es por esto que se pretende hacer modificaciones con la finalidad de otorgarle el sentido de sendero interpretativo (SECTUR, 2004).

Un sendero interpretativo puede ser exitoso si mediante la conservación y recreación se logra:

- Generar ingresos para la conservación.
- Parte de la cuota de entrada puede destinarse a un fondo para el manejo y conservación del área.

- Crear empleos ya sea directamente en la construcción y mantenimiento del sendero, como guías interpretativos del sendero, o indirectamente a través de los servicios de alimentación y hospedaje de los visitantes o por medio de la venta de artesanías.
- Proporcionar un servicio turístico adicional en los entornos naturales, aumentando el valor recreativo y aprendizaje durante la estancia del visitante.
- Promover la identidad local y nacional.
- La identidad nacional / étnica se fortalece con afirmación del valor de los recursos naturales y culturales por parte de la comunidad y los visitantes.
- Promover el valor del área entre los escolares y la comunidad local en general a través de la educación e interpretación ambiental. Una labor básica en el fomento de los senderos interpretativos, es la adecuada capacitación de los recursos humanos que se encargarán de diseñar, construir y administrar los senderos interpretativos, por medio de recursos pedagógicos y metodológicos, que les permita contar con los conocimientos necesarios para su aplicación en campo con grupos interdisciplinarios (SECTUR, 2004).

Los senderos interpretativos se pueden plantear desde distintas perspectivas: a) racionalizar y reducir al mínimo el impacto humano en zonas naturales; b) ejes de recuperación del patrimonio cultural e histórico; c) como recurso didáctico e interdisciplinario que favorece la educación ambiental y la recreación en el entorno natural o para despertar sensaciones y percepciones de los visitantes entre otras.

Por otro lado, respecto a los tipos de senderos interpretativos, pueden clasificarse en cuatro categorías para representar geográficamente su ámbito espacial:

- Sendero urbano: ubicados en zoológicos, viveros, jardines botánicos, centros de educación ambiental, dentro de las ciudades.
- Sendero suburbano: aquellos que se ubican en las inmediaciones de la frontera entre la zona urbana y las zonas rurales, es decir, las zonas conurbadas en donde todavía se encuentran los recursos naturales relativamente sin disturbar.
- Sendero rural: ubicados dentro de comunidades rurales, donde se resaltan los aspectos históricos, culturales y naturales, representativos de la vida en el campo.
- Sendero en espacios naturales: ubicados en espacios donde la presencia humana con desarrollo urbano e infraestructura es nulo o escaso. Se caracterizan por el acercamiento a los atractivos naturales en estado prístino (SECTUR, 2004).

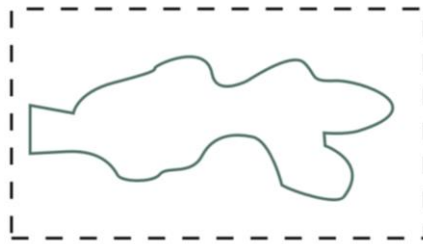
Además, los senderos interpretativos se pueden clasificar en tres tipos de modalidades dependiendo las necesidades del usuario y del ANP son:

- Guiado: conducidos por un guía que siguen normalmente una ruta definida, consideran en su planeación las características del público usuario (edad, esfuerzo físico, distancias, tiempos, entre otros), con grupos menores de 20 personas.
- Auto guiado: los visitantes realizan el recorrido del sendero con la ayuda de folletos, guías, señales interpretativas, señalamientos preventivos, restrictivos e informativos u otros materiales que existan en los centros de visitantes o lugares de información. Esto, junto con íconos de recomendación e información, ayudan a realizar el recorrido de una forma segura e informativa. No se requiere de una persona intérprete de la naturaleza para realizar el recorrido.
- Mixto: El sendero está equipado con cédulas de información y además es guiado por guías intérpretes de la naturaleza (SECTUR, 2004).

De esta forma, los senderos interpretativos propuestos para el ANP se van a enfocar en el tipo de senderos auto guiados ya que al estar delimitados los senderos correctamente y señalizados adecuadamente, por lo que no hay necesidad de un guía para los usuarios. Está la propuesta se enfoca en que los señalamientos informen al usuario de las características físicas, ambientales y de seguridad durante el recorrido. Respecto a la modalidad de los senderos SECTUR (2004) especifica tres modalidades de senderos interpretativos:

- Sendero tipo circuito: recorridos donde el inicio y el final coinciden en la misma zona.

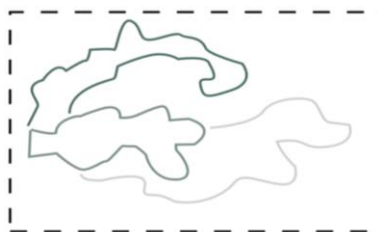
Imagen 1: circuito



Fuente: SECTUR (2014)

- Sendero multi-circuitos: de un sendero principal, se desprenden otros senderos, con diferentes niveles de dificultad, distancia, duración y atractivos, lo que permite diversificar el área de uso público.

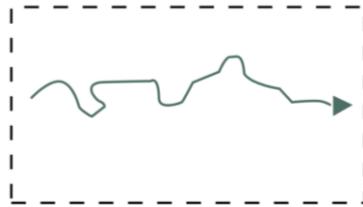
Imagen 2: multi-circuito



Fuente: SECTUR (2014)

- Sendero lineal o abierto: recorrido con inicio y final en diferente zona.

Imagen 3: lineal



Fuente: SECTUR (2014)

Con la finalidad de avanzar en la planificación de senderos interpretativos, es posible emplear diversas herramientas, destacando el uso de los Sistemas de Información Geográfica Vectorial como herramienta para la propuesta de senderos interpretativos en el ANP.

1.4 Sistemas de Información Geográfica (SIG)

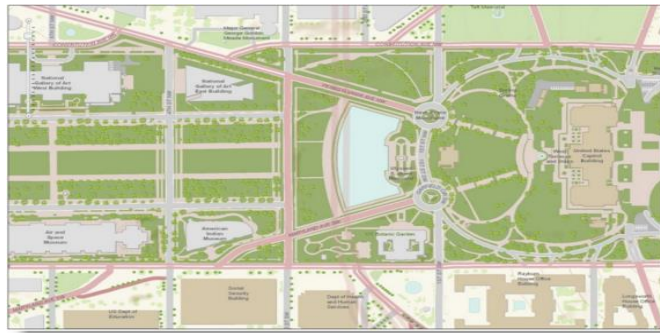
Los SIG son una herramienta para analistas, investigadores y planificadores, que tiene como finalidad el uso de información (base de datos) proyectados a una dimensión territorial concreta. Sus bondades permiten la manipulación de datos de diferentes fuentes y en cantidades casi infinitas por lo que su aplicación actual y potencial en los estudios de los espacios es pertinente.

De acuerdo con ESRI (2016) SIG es un sistema empleado para describir y categorizar la tierra y otras geografías con el objetivo de mostrar y analizar la información a la que se hace referencia espacialmente. Este trabajo se realiza fundamentalmente con los mapas. El objetivo de SIG consiste en crear, compartir y

aplicar útiles productos de información basada en mapas que respaldan el trabajo de las organizaciones, así como crear y administrar la información geográfica pertinente.

Los mapas se utilizan para comunicar y transmitir grandes cantidades de información de una forma organizada. Los humanos pensamos espacialmente, por lo que al ver un mapa, podemos asociar ubicaciones del mapa con fenómenos del mundo real e interpretar y captar información esencial entre infinidad de contenido detallado mostrado en cada visualización de mapa (Ver imagen 4).

Imagen 4: mapa de muestra ESRI



Fuente: ESRI (2016)

ESRI (2017) define a los SIG como un sistema compuesto por software, hardware, datos y personal que ayuda a manipular analizar y presentar información ligada a datos espaciales. Básicamente un SIG se compone por 4 aspectos: base de datos, software, hardware y personal.

De acuerdo con Linares y Gómez (2006), describen los cuatro aspectos de la siguiente manera:

- Base de datos: constituye una de los componentes primordiales del SIG. Su construcción, procesamiento y actualización requieren de grandes inversiones de tiempo y recursos. Por otro lado, los datos que conforman un SIG deben ser de muy buena calidad. Esto significa que éstos deben poseer un alto grado de precisión. La razón de esta exigencia es que la toma de decisiones basadas en el procesamiento de los mismos pudiera estar afectada por datos erróneos que distorsionen una realidad determinada.
- Software: La conforman los programas operativos que facilitan el desarrollo de los sistemas necesarios para la operación del equipo y el procesamiento de los datos. El software, posee un su diseño interno un conjunto de operaciones lógico-matemáticas y algorítmicas que facilitan dicho procesamiento.
- Hardware: Es la parte sólida o estructura física del sistema. Lo conforman la computadora y todos los periféricos auxiliares del equipo, es decir, escáner, impresora, pantalla o monitor, mesa digitalizadora, quemadora de discos compactos, ratón o mouse, cables, entre otros.
- Personal: Es el usuario que constituye junto con el software la parte inteligente del sistema. Comprende el personal técnico que construye y opera las computadoras y los periféricos, además de desarrollar los software y alimentar el sistema.

El concepto de tipología se refiere a los elementos geográficos son conectados entre sí. Por ejemplo, la topología de un límite entre países es una línea que representa el contacto entre dos espacios geográficos bien definidos representados por polígonos. Existen dos estructuras básicas empleadas en SIG: vector y raster. Vector: Consiste en la representación de objetos geográficos, o datos espaciales, basados en pares de coordenadas, utilizando puntos, líneas y polígonos. El punto constituye una coordenada simple x, y que representa elementos geográficos tan pequeños como para ser expresados como una línea o un área. Con dos puntos

consecutivos se puede generar una línea la cual posee orientación y sentido representando con ella aquellas características geográficas que conforman expresiones espaciales distintas a un área o punto. Los polígonos constituyen aquella agrupación de líneas que encierran una superficie tal, la cual no puede ser representada por vectores como el punto o simple línea (Linares y Gómez, 2006).

Por otro lado la noción raster, significa el espacio geográfico y los fenómenos asociados son representados utilizando una malla o cuadrícula regular conformada por celdas, la cuales son conocidas también como píxeles (Linares y Gómez, 2006).

1.4.1 Uso del SIG para la planificación del turismo en espacios naturales

Sobre el empleo de herramientas tecnológicas para el análisis de información geográfica, y su aplicación para la planificación del turismo, se han realizado diversas aportaciones previas, destacando las contribuciones de Eniele y Da Silva (2009), que abordan el proceso de marginación propiciado por el turismo en las ciudades turísticas del litoral específicamente en el balneario Camboriu, Brazil, realizando un mapeo que permita dirigir el uso de suelo hacia las intervenciones turísticas sustentables. Se concluye que con toda la información y tecnología vigente se deben buscar modelos y métodos que consoliden una planificación del uso del uso mediática al ordenamiento del suelo urbano y la sustentabilidad del turismo.

Mikery, Pérez, Piñar, García, Albarado y Asiain (2013) argumentan la importancia del turismo de naturaleza que tiene México y más preciso Veracruz. A pesar de ello el potencial para el agroecoturismo ha sido poco estudiado. Debido a la complejidad del espacio rural; los SIG tienen gran utilidad en la integración de diferentes dimensiones, permitiendo la definición de zonas o sitios con potencial ecoturístico y planificación de dichas actividades. En este trabajo se plantea el diseño a partir de

SIG del modelamiento de los datos en capas temáticas a nivel externo y conceptual para identificar el potencial y limitantes del estado y municipios que permita desarrollar las necesidades locales y de sustentabilidad para el desarrollo de la agroindustria. Concluyendo en la generación de un modelo conceptual de información mediante SIG con una propuesta de regiones administrativas y municipales para su análisis con la intención de delimitar rutas o clusters que se enlacen bajo una línea de características que permita el desarrollo y aprovechamiento eficiente de las características ambientales, sociales, culturales y productivas que posee el estado.

Prados y Vahí (2011) proponen el diseño de itinerarios turísticos mediante SIG apoyados en el sistema de acequias de careo en la cuenca del Guadalfeo en la vertiente sur del Parque Nacional de Sierra Nevada. En la actualidad constituyen elementos patrimoniales de primer orden que contribuyen al mantenimiento de los paisajes culturales. El objetivo central es el de vincular la sostenibilidad en la práctica del turismo, con la puesta en valor de elementos patrimoniales y paisajísticos. En conclusión se argumenta que el diseño de rutas turísticas, tomando como hilo conductor y referencia principal las acequias de careo, resulta clave en el propósito del artículo al dar relevancia a un conjunto de elementos del patrimonio territorial al integrar el patrimonio cultural y natural para el diseño de itinerarios turísticos constituye un reto en la medida que trata de dinamizar la región mediante la potenciación de sus propios recursos. El turismo, por tanto, como pretexto para fortalecer sinergias de desarrollo en el territorio permite rescatar y fomentar, a un tiempo, valores y oportunidades para la población local.

Agudelo y Ruíz (2006) explican la importancia de la planificación de rutas turísticas que permite a los viajeros organizar un viaje antes y durante el mismo proponiendo "RUTASIG" en España. Para el desarrollo del proyecto emplearon el método de búsqueda guiada con heurística, lo cual permite manejar variables para la

búsqueda. La conclusión del proyecto es que el desarrollo de proyectos como RUTASIG, que dan a conocer los municipios y sus principales sitios de interés, ayuda a promover el turismo en las regiones del país e impulsa sus economías, además se convierte en aliados estratégicos de los proyectos turísticos de los mismos municipios y del gobierno en general.

Regil-García, Osorio-García Franco-Maass y Nava-Bernal (2009) en base a un análisis multi-criterio aportan un análisis de las posibilidades de aprovechamiento recreativo-turístico del Parque Nacional Nevado de Toluca. Como una de las áreas naturales protegidas más importantes de México que presenta un creciente deterioro y requiere alternativas sustentables para el desarrollo de las comunidades campesinas. El análisis considera el inventario de 19 recursos existentes y la evaluación cuantitativa con base en las técnicas de evaluación multicriterio discreta (EMC). En conclusión se menciona que la evaluación realizada permitió distinguir claramente los recursos con mayores atributos para su uso recreativo a partir de sus características propias. Sin embargo, es importante mencionar que el ejercicio efectuado tiene como limitante la falta de consideración sobre la disposición de los actores sociales vinculados con los recursos ya que la comunidad presenta interés en otras actividades. Por último se recomiendan que con los resultados arrojados en la investigación sería bueno proceder a una propuesta de creación de productos alternativos encaminados a prácticas ecoturísticas y de turismo de aventura con una atención especial a la preservación ambiental para cuidar la fragilidad identificada. No obstante, cada uno de estos sitios presenta circunstancias diferenciadas de propiedad y uso del suelo, por lo que habrá que trabajar en proyectos específicos para su implementación.

Capítulo 2. Marco Jurídico del APPF Nevado de Toluca

En el siguiente capítulo se dan a conocer las normas y reglas específicas en materia del Áreas Naturales Protegidas partiendo de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, siguiente la Ley General del Equilibrio y Protección al Ambiente, Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y finalmente con el programa de manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca que muestra la restricción por zonificación dentro del ANP.

2.1 Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos

De la Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de preservación y restauración, refiere en el Artículo 27. La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada. Las expropiaciones sólo podrán hacerse por causa de utilidad pública y mediante indemnización.

La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar

el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.

2.2 Ley General del Equilibrio y la Protección al Ambiente

Las disposiciones en materia ambiental son reguladas por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), publicada el 28 de enero de 1988 y su última reforma refiere al 24 de enero de 2017. Esta ley se encarga de reglamentar con base a las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Las ANP son las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas. Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General de Equilibrio LGEEPA, su Reglamento, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

De acuerdo a la LGEEPA (2017) las ANP son zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes

originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la Ley.

En relación al establecimiento de ANP, se realizan subdivisiones que permita identificar y delimitar las porciones del territorio que la conforman, acorde con sus elementos biológicos, físicos y socioeconómicos, los cuales constituyen un esquema integral y dinámico, por lo que cuando se realice la delimitación territorial de las actividades en las áreas naturales protegidas, ésta se llevará a cabo a través de las siguientes zonas y sus respectivas subzonas, de acuerdo a su categoría de manejo:

- Zonas núcleo: que tendrán como principal objetivo la preservación de los ecosistemas a mediano y largo plazo, y que podrán estar conformadas por las siguientes subzonas:
 - Protección: aquellas superficies dentro del área natural protegida, que han sufrido muy poca alteración, así como ecosistemas relevantes o frágiles y fenómenos naturales, que requieren de un cuidado especial para asegurar su conservación a largo plazo.
 - Uso restringido: aquellas superficies en buen estado de conservación donde se busca mantener las condiciones actuales de los ecosistemas, e incluso mejorarlas en los sitios que así se requieran, y en las que se podrán realizar excepcionalmente actividades de aprovechamiento que no modifiquen los ecosistemas y que se encuentren sujetas a estrictas medidas de control.
- Zonas de amortiguamiento: tendrán como función principal orientar a que las actividades de aprovechamiento, que ahí se lleven a cabo, se conduzcan hacia el desarrollo sustentable, creando al mismo tiempo las condiciones necesarias para lograr la conservación de los ecosistemas de ésta a largo plazo, y podrán estar conformadas básicamente por las siguientes subzonas:

- Uso tradicional: aquellas superficies en donde los recursos naturales han sido aprovechados de manera tradicional y continua, sin ocasionar alteraciones significativas en el ecosistema. Están relacionadas particularmente con la satisfacción de las necesidades socioeconómicas y culturales de los habitantes del área protegida.
- Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales: aquellas superficies en las que los recursos naturales pueden ser aprovechados, y que, por motivos de uso y conservación de sus ecosistemas a largo plazo, es necesario que todas las actividades productivas se efectúen bajo esquemas de aprovechamiento sustentable
- Aprovechamiento sustentable de agro-ecosistemas: aquellas superficies con usos agrícolas y pecuarios actuales.
- Aprovechamiento especial: aquellas superficies generalmente de extensión reducida, con presencia de recursos naturales que son esenciales para el desarrollo social, y que deben ser explotadas sin deteriorar el ecosistema, modificar el paisaje de forma sustancial, ni causar impactos ambientales irreversibles en los elementos naturales que conforman;
- Uso público: aquellas superficies que presentan atractivos naturales para la realización de actividades de recreación y esparcimiento, en donde es posible mantener concentraciones de visitantes, en los límites que se determinen con base en la capacidad de carga de los ecosistemas.
- Asentamientos humanos: en aquellas superficies donde se ha llevado a cabo una modificación sustancial o desaparición de los ecosistemas originales, debido al desarrollo de asentamientos humanos, previos a la declaratoria del área protegida.
- Recuperación: aquellas superficies en las que los recursos naturales han resultado severamente alterados o modificados, y que serán objeto de programas de recuperación y rehabilitación (LGEEPA, 2017).

Las categorías de ANP que establece la LGEEPA son las siguientes:

- Reserva de la biosfera: son representaciones biogeográficas, a nivel nacional, de uno o más ecosistemas que se signifiquen por su belleza escénica, su valor científico, educativo, de recreo, su valor histórico, por la existencia de flora y fauna, por su aptitud para el desarrollo del turismo, o bien por otras razones análogas de interés general (LGEEPA, 2014).
- Parques nacionales: en los parques nacionales se podrán establecer subzonas de protección y de uso restringido, dentro de las zonas núcleo; y subzonas de uso tradicional, uso público, asentamientos humanos, y de recuperación, en las zonas de amortiguamiento. Excepcionalmente se establecerán subzonas de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, en superficies de extensión reducida, siempre y cuando se contemple en la declaratoria correspondiente (LGEEPA, 2014).
- Monumentos nacionales: se establecerán en áreas que contengan uno o varios elementos naturales, consistentes en lugares u objetos naturales, que por su carácter único o excepcional, interés estético, valor histórico o científico, se resuelva incorporar a un régimen de protección absoluta. Tales monumentos no tienen la variedad de ecosistemas ni la superficie necesaria para ser incluidos en otras categorías de manejo (LGEEPA, 2014).
- Áreas de protección de recursos naturales: son aquellas destinadas a la preservación y protección del suelo, las cuencas hidrográficas, las aguas y en general los recursos naturales localizados en terrenos forestales de aptitud preferentemente forestal. Se consideran dentro de esta categoría las reservas y zonas forestales, las zonas de protección de ríos, lagos, lagunas, manantiales y demás cuerpos considerados aguas nacionales, particularmente cuando éstos se destinen al abastecimiento de agua para el servicio de las poblaciones (LGEEPA, 2014).

- Áreas de protección de flora y fauna: son áreas que se constituirán en los lugares que contienen los hábitat de cuyo equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de las especies de flora y fauna silvestres. En dichas áreas podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con la preservación, repoblación, propagación, aclimatación, refugio, investigación y aprovechamiento sustentable de las especies mencionadas, así como las relativas a educación y difusión en la materia
- Santuarios: aquellas áreas que se establecen en zonas caracterizadas por una considerable riqueza de flora o fauna, o por la presencia de especies, subespecies o hábitat de distribución restringida. Dichas áreas abarcarán cañadas, vegas, relictos, grutas, cavernas, cenotes, caletas, u otras unidades topográficas o geográficas que requieran ser preservadas o protegidas (LGEEPA, 2014).

Así mismo las Áreas de Protección de Flora y Fauna (APFF) son definidas por la LGEEPA (2017) como áreas que se constituirán en los lugares que contienen los hábitat de cuyo equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de las especies de flora y fauna silvestres. En dichas áreas podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con la preservación, repoblación, propagación, aclimatación, refugio, investigación y aprovechamiento sustentable de las especies mencionadas, así como las relativas a educación y difusión en la materia.

Constituyen lugares que contienen los hábitats de cuyo equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de especies de flora y fauna silvestres. Son destinadas a la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de los recursos de flora y fauna silvestre, acuática o terrestre. En ellas se permite el aprovechamiento comercial de los recursos naturales bajo planes de manejo, aprobados, supervisados y controlados por la autoridad nacional

competente. Albergan los hábitats de los cuales depende la existencia de las especies tanto de flora como de fauna silvestre que en ella se encuentran, incluyendo las especies endémicas (LGEEPA, 2017).

En dichas áreas podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con la preservación, repoblación, propagación, aclimatación, refugio, investigación y aprovechamiento sustentable de las especies de flora y fauna, así como las relativas a educación y difusión. Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios:

- La preservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.
- La continuidad de los procesos evolutivos de las especies de flora y fauna y demás recursos biológicos, destinando áreas representativas de los sistemas ecológicos del país a acciones de preservación e investigación.
- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.
- El combate al tráfico o apropiación ilegal de especies.
- El fomento y creación de las estaciones biológicas de rehabilitación y repoblamiento de especies de fauna silvestre.
- La participación de las organizaciones sociales, públicas o privadas, y los demás interesadas en la preservación de la biodiversidad (LGEEPA, 2014)

2.2.1 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Del mismo modo la LGEEPA (2014) establece el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas. Con base a este documento se manifiesta en el Título primero capítulo

uno las disposiciones generales en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción, y tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo relativo al establecimiento, administración y manejo de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación.

Dicho Reglamento de la LGEEPA en materia de ANP, destaca que cada área protegida debe de contar con un programa de manejo en cual deberá contener lo siguiente:

- I. La descripción de las características físicas, biológicas, sociales y culturales del área natural protegida, en el contexto nacional, regional y local, así como el análisis de la situación que guarda la tenencia de la tierra en la superficie respectiva;
- II. Las acciones a realizar a corto, mediano y largo plazo, estableciendo su vinculación con el Plan Nacional de Desarrollo, así como con los programas sectoriales correspondientes. Dichas acciones comprenderán, entre otras las siguientes: de investigación y educación ambientales, de protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, la flora y la fauna, para el desarrollo de actividades recreativas, turísticas, obras de infraestructura y demás actividades productivas, de financiamiento para la administración del área, de prevención y control de contingencias, de vigilancia y las demás que por las características propias del área natural protegida se requieran;
- III. La forma en que se organizará la administración del área y los mecanismos de participación de los individuos y comunidades asentadas en la misma, así como de todas aquellas personas, instituciones, grupos y organizaciones sociales interesadas en su protección y aprovechamiento sustentable;
- IV. Los objetivos específicos del área natural protegida;

- V. La referencia a las normas oficiales mexicanas aplicables a todas y cada una de las actividades a que esté sujeta el área;
- VI. Los inventarios biológicos existentes y los que se prevea realizar, y
- VII. Las reglas de carácter administrativo a que se sujetarán las actividades que se desarrollen en el área natural protegida de que se trate (LGEEPA. 2014).

2.3 Normas Oficiales Mexicanas en materia de turismo

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas obligatorias que establecen especificaciones y procedimientos para garantizar que los productos, procesos y servicios cumplan con requisitos mínimos de información, seguridad, calidad, entre otros aspectos. Las NOM, por su parte son instrumentos técnicos de carácter voluntario, que establecen especificaciones de calidad. La función de la normalización recae en las Dependencias de la Administración Pública Federal, entre las que encontramos a la SECTUR (SECTUR, 2017).

Actualmente las NOM turísticas vigentes son las siguientes:

Tabla 3: Normas oficiales del turismo

Número de norma	Título de norma
NOM-05-TUR-2003	Requisitos mínimos de seguridad a que deben sujetarse las operadoras de buceo para garantizar la prestación del servicio.
NOM-06-TUR-2009	Requisitos mínimos de información, higiene y seguridad que deben cumplir los prestadores de servicios turísticos de campamentos.
NOM-07-TUR-2002	De los elementos normativos del seguro de responsabilidad civil que deben contratar los prestadores de servicios turísticos de hospedaje para la protección y seguridad de los turistas o usuarios.
NOM-08-TUR-2002	Que establece los elementos a que deben sujetarse los guías generales y especializados en temas o localidades específicas de carácter cultural.
NOM-09-TUR-2002	Que establece los elementos a que deben sujetarse los guías especializados en actividades específicas.

NOM-010-TUR-2001	De los requisitos que deben contener los contratos que celebren los prestadores de servicios turísticos con los usuarios-turistas.
NOM-011-TUR-2001	Requisitos de seguridad, información y operación que deben cumplir los prestadores de servicios turísticos de turismo de aventura

Elaboración propia con base a SECTUR (2017)

Las NOM tienen como objetivo definir los procedimientos, requisitos de información y seguridad al turista, así como de protección y respeto a los recursos naturales y patrimonio cultural que se requieren en el desarrollo de la actividad que realizan las empresas y operadoras de turismo (SECTUR, 2017).

2.4 Programa de manejo del APFF Nevado de Toluca

El ANP Nevado de Toluca fue creado como Parque Nacional en 1936, con una posterior modificación en 1937, sin embargo la gestión y las acciones de protección han sido insuficientes para contener el deterioro, expandiéndose la frontera agrícola y pecuaria, la tala clandestina selectiva, las plagas y enfermedades, y la erosión generalizada en el Nevado. Adicionalmente, la declaratoria de Parque Nacional establece un régimen totalmente restrictivo en cuanto al uso, aprovechamiento y manejo del recurso forestal, lo que lejos de limitar el aprovechamiento forestal, ha incidido en la tala clandestina, sin que haya la suficiente capacidad de protección y vigilancia (CONANP, 2013).

Además, la tendencia del deterioro generalizado del actual Parque Nacional, acusa hacia una menor superficie con cobertura forestal, una menor espesura, vigor y calidad del bosque; aumento de las actividades agropecuarias erosivas y una reducción de los servicios ambientales del Nevado, tanto en aspectos de biodiversidad, como de infiltración de agua de lluvia y de humedad regional, aunado a un empobrecimiento de la población campesina; las consecuencias a futuro son un deterioro de tal magnitud, que en una o dos décadas pierda completamente su

función en su parte norte, con graves consecuencias ambientales, sociales y económicas (CONANP, 2013).

Por lo anterior, a 76 años del Decreto original, se consideró necesario ordenar apropiadamente las actividades productivas y extractivas que generan un deterioro creciente de los ecosistemas y de sus elementos, así como propiciar la conservación y/o restauración de aquellas superficies que aún se encuentran poco impactadas y que requieren de un cuidado especial para asegurar su integridad a largo plazo (SEMARNAT, 2016).

Ante esta problemática y con la finalidad de otorgar certeza jurídica a los particulares y garantizar la permanencia de los ecosistemas existentes en el área protegida, la CONANP en colaboración con el Gobierno del Estado de México, realizaron el estudio previo justificativo cuyo objetivo es proporcionar los elementos para proponer la modificación de la declaratoria del Parque Nacional Nevado de Toluca y establecerla bajo la categoría de Área de Protección de la Flora y la Fauna (SEMARNAT, 2017).

Finalmente el 21 de Octubre de 2016 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el resumen del Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca (PMAPFFNV), que tiene como objetivo general: constituir el instrumento rector de planeación y regulación que establece las actividades, las acciones y los lineamientos básicos para el manejo y la administración del APFF Nevado de Toluca. Así mismo, los objetivos específicos consisten en:

- Protección, permanencia y conservación de la diversidad biológica del APFF Nevado de Toluca, a través del establecimiento y promoción de un conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar el

deterioro de los ecosistemas. Así mismo establecer políticas, estrategias y programas, con el fin de determinar actividades y acciones orientadas al cumplimiento de los objetivos de conservación, protección, restauración, capacitación, educación y recreación del ANP.

- Restaurar, Recuperar y restablecer las condiciones ecológicas previas a las modificaciones causadas por las actividades humanas o fenómenos naturales, permitiendo la continuidad de los procesos naturales en los ecosistemas del ANP.
- Conocer, generar, rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías, tradicionales o nuevas que permitan la preservación y la toma de decisiones y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del área natural protegida del APFF Nevado de Toluca.
- Difundir acciones de conservación del ANP, propiciando la participación activa de las comunidades aledañas que generen la valoración de los servicios ambientales, mediante la identidad, difusión y educación para la conservación de la biodiversidad que contiene.
- Gestionar y establecer las formas en que se organizará la administración del Área por parte de la autoridad competente, así como los mecanismos de participación de los tres órdenes de gobierno, de los individuos y comunidades aledañas a la misma, así como de todas aquellas personas, instituciones, grupos y organizaciones sociales interesadas en su conservación y aprovechamiento sustentable.

Por otro lado para el aprovechamiento turístico y uso recreativo, la LGEEPA (2014) señala que el uso turístico y recreativo dentro de las ANP, se podrá llevar a cabo bajo los términos que se establezcan en el programa de manejo de cada área natural protegida, y siempre que no se provoque una afectación significativa a los ecosistemas, preferentemente tengan un beneficio directo para los pobladores locales, promueva la educación ambiental, y la infraestructura requerida sea acorde

con el entorno natural del área protegida. De este modo las restricciones por zonificación en el APFF Nevado de Toluca son:

- Sub zona de protección de área alpina: 1. Abrir o explotar bancos de material y extraer materiales para construcción 2. Acosar, molestar o dañar de cualquier forma a las especies silvestres de flora y fauna 3. Alterar o destruir los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de la vida silvestre 4. Cambiar el uso del suelo 5. Colecta científica 6. Construcción de infraestructura pública o privada 7. Ganadería, incluyendo el pastoreo 8. Hacer uso del fuego o fogatas 9. Interrumpir, rellenar, desecar o desviar flujos hidráulicos 10. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas de la vida silvestre, así como organismos genéticamente modificados 11. Manejo forestal 12. Realizar actividades cinegéticas, o de explotación y aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestre y extracción de tierra de monte y su cubierta vegetal 13. Remover o extraer material mineral 14. Tránsito de vehículos motorizados 15. Turismo 16. Usar explosivos 17. Verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso o acuífero, así como desarrollar cualquier actividad contaminante.

- Sub zona de uso restringido el Cráter: 1. Abrir o explotar bancos de material y extraer materiales para construcción 2. Acosar, molestar o dañar de cualquier forma a las especies silvestres de flora y fauna 3. Alterar o destruir los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de la vida silvestre 4. Apertura de nuevas brechas o caminos 5. Cambiar el uso del suelo 6. Construcción de infraestructura pública o privada, salvo para las acciones de investigación científica, monitoreo ambiental y operación del área natural protegida. 7. Ganadería, incluyendo el pastoreo 8. Hacer uso del fuego o fogatas 9. Interrumpir, rellenar, desecar o desviar flujos hidráulicos 10. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas de la vida silvestre, así como

organismos genéticamente modificados 11. Manejo forestal 12. Realizar actividades cinegéticas, o de explotación y aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestre y extracción de tierra de monte y su cubierta vegetal 13. Remover o extraer material mineral 14. Tránsito de vehículos motorizados, salvo los de uso particular fuera del camino principal hasta la pluma y exclusivamente en el exterior del cráter 15. Usar explosivos 16. Verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso o acuífero, así como desarrollar cualquier actividad contaminante.

- Sub zona de preservación área de ecosistemas conservados: 1. Abrir o explotar bancos de material y extraer materiales para construcción, como arena, grava, tepojal, entre otros 2. Acosar, molestar o dañar de cualquier forma a las especies silvestres 3. Agricultura 4. Alterar o destruir los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de la vida silvestre 5. Ampliar la frontera agropecuaria mediante la remoción permanente de vegetación natural 6. Apertura de nuevas brechas o caminos 7. Aprovechamiento forestal, salvo para las actividades de bajo impacto ambiental 8. Arrojar, verter, descargar o depositar desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos, u otro tipo de sustancias contaminantes como insecticidas, fungicidas y pesticidas, entre otros, en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso, acuífero y manantial, o desarrollar cualquier tipo de actividad que pueda contaminar 9. Construir confinamientos de residuos, así como de materiales y sustancias peligrosas 10. Construir infraestructura pública o privada 11. Construir sitios para la disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial 12. Establecer asentamientos humanos, así como áreas habitadas o urbanizadas que, partiendo de un núcleo central, presenten continuidad física en todas direcciones, en las cuales se presenten asentamientos humanos concentrados, que incluyan la administración

pública, el comercio organizado y la industria, y que cuenten con infraestructura, equipamiento y servicios urbanos tales como energía eléctrica, drenaje y red de agua potable 13. Ganadería, incluyendo el pastoreo 14. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas de la vida silvestre 15. Manejo forestal, salvo acciones y procedimientos que tienen por objeto la protección, la conservación, la restauración y servicios ambientales de un ecosistema forestal 16. Realizar obras y/o actividades que pongan en riesgo la estructura y dinámica natural de los ecosistemas o de las poblaciones de especies silvestres que habiten el área, particularmente aquéllas que se encuentren en alguna categoría de riesgo 17. Rellenar, desecar o modificar los cauces naturales de los ríos, arroyos, corrientes y manantiales, entre otros 18. Silvicultura 19. Usar altavoces, radios o cualquier aparato de sonido, que altere el comportamiento de las poblaciones o ejemplares de las especies silvestres o que impida el disfrute del área de protección de flora y fauna “Nevado de Toluca por los visitantes.

- Sub zona de preservación mariposa monarca: 1. Abrir o explotar bancos de material y extraer materiales para construcción, como arena, grava, tepojal, entre otros 2. Acosar, molestar o dañar de cualquier forma a las especies silvestres 3. Agricultura 4. Alterar o destruir los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de la vida silvestre 5. Ampliar la frontera agropecuaria mediante la remoción permanente de vegetación natural 6. Apertura de nuevas brechas o caminos 7. Arrojar, verter, descargar o depositar desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos, u otro tipo de sustancias contaminantes como insecticidas, fungicidas y pesticidas, entre otros, en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso, acuífero y manantial, o desarrollar cualquier tipo de actividad que pueda contaminar 8. Construir confinamientos de residuos, así como de materiales y sustancias peligrosas 9. Construir infraestructura pública o privada 10. Construir sitios

para la disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial

11. Establecer asentamientos humanos, así como áreas habitadas o urbanizadas que, partiendo de un núcleo central, presenten continuidad física en todas direcciones, en las cuales se presenten asentamientos humanos concentrados, que incluyan la administración pública, el comercio organizado y la industria, y que cuenten con infraestructura, equipamiento y servicios urbanos tales como energía eléctrica, drenaje y red de agua potable
12. Ganadería, incluyendo el pastoreo
13. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas de la vida silvestre
14. Manejo forestal, salvo acciones y procedimientos que tienen por objeto la protección, la conservación, la restauración y servicios ambientales de un ecosistema forestal
15. Realizar obras y/o actividades que pongan en riesgo la estructura y dinámica natural de los ecosistemas o de las poblaciones de especies silvestres que habiten el área, particularmente aquéllas que se encuentren en alguna categoría de riesgo
16. Rellenar, desecar o modificar los cauces naturales de los ríos, arroyos, corrientes y manantiales, entre otros
17. Usar altavoces, radios o cualquier aparato de sonido, que altere el comportamiento de las poblaciones o ejemplares de las especies silvestres.

- Sub zona de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales áreas forestales:
 1. Abrir o explotar bancos de material y extraer materiales para construcción, como arena, grava, tepojal, entre otros
 2. Acosar, molestar o dañar de cualquier forma a las especies silvestres
 3. Agricultura
 4. Alterar o destruir los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de la vida silvestre
 5. Apertura de nuevas brechas o caminos, salvo las brechas de saca
 6. Aprovechamiento extractivo de especies silvestres mediante caza
 7. Arrojar, verter, descargar o depositar desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos, u otro tipo de sustancias contaminantes como insecticidas, fungicidas y pesticidas, entre otros, en el suelo, subsuelo y cualquier clase

de cauce, vaso, acuífero y manantial, o desarrollar cualquier tipo de actividad que pueda contaminar 8. Cambiar el uso del suelo, incluyendo ampliar la frontera agropecuaria mediante la remoción permanente de vegetación natural 9. Construir confinamientos de residuos, así como de materiales y sustancias peligrosas 10. Construir infraestructura pública o privada, salvo aquella de apoyo a actividades de manejo de vida silvestre, investigación científica y operación del Área Natural Protegida 11. Construir sitios para la disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial 12. Establecer asentamientos humanos, así como áreas habitadas o urbanizadas que, partiendo de un núcleo central, presenten continuidad física en todas direcciones, en las cuales se presenten asentamientos humanos concentrados, que incluyan la administración pública, el comercio organizado y la industria, y que cuenten con infraestructura, equipamiento y servicios urbanos tales como energía eléctrica, drenaje y red de agua potable 13. Ganadería, incluyendo el pastoreo 14. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas de la vida silvestre 15. Realizar obras y/o actividades que pongan en riesgo la estructura y dinámica natural de los ecosistemas o de las poblaciones de especies silvestres que habiten el área, particularmente aquéllas que se encuentren en alguna categoría de riesgo 16. Rellenar, desecar o modificar los cauces naturales de los ríos, arroyos, corrientes y manantiales, entre otros 17. Usar altavoces, radios o cualquier aparato de sonido, que altere el comportamiento de las poblaciones o ejemplares de las especies silvestres o que impida el disfrute del área de protección de flora y fauna Nevado de Toluca por los visitantes.

- Sub zona de aprovechamiento sustentable de los ecosistemas áreas agropecuarias: 1. Abrir o explotar bancos de material y extraer materiales para construcción, como arena, grava, tepojal, entre otros 2. Acosar, molestar o dañar de cualquier forma a las especies silvestres 3. Agricultura, salvo la

orgánica 4. Alterar o destruir los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de la vida silvestre 5. Ampliar la frontera agropecuaria mediante la remoción permanente de vegetación natural 6. Apertura de nuevas brechas o caminos 7. Arrojar, verter, descargar o depositar desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos, u otro tipo de sustancias contaminantes como insecticidas, fungicidas y pesticidas, entre otros, en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso, acuífero y manantial, o desarrollar cualquier tipo de actividad que pueda contaminar 8. Construir confinamientos de residuos, así como de materiales y sustancias peligrosas 9. Construir infraestructura pública o privada, salvo la necesaria para el desarrollo sustentable de las actividades agropecuarias 10. Construir sitios para la disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial 11. Establecer asentamientos humanos, así como áreas habitadas o urbanizadas que, partiendo de un núcleo central, presenten continuidad física en todas direcciones, en las cuales se presenten asentamientos humanos concentrados, que incluyan la administración pública, el comercio organizado y la industria, y que cuenten con infraestructura, equipamiento y servicios urbanos tales como energía eléctrica, drenaje y red de agua potable 12. Ganadería extensiva 13. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas de la vida silvestre 14. Manejo forestal, salvo las acciones y procedimientos que tienen por objeto la protección, la conservación, la restauración y servicios ambientales de un ecosistema forestal 15. Realizar obras y/o actividades que pongan en riesgo la estructura y dinámica natural de los ecosistemas o de las poblaciones de especies silvestres que habiten el área, particularmente aquéllas que se encuentren en alguna categoría de riesgo 16. Rellenar, desecar o modificar los cauces naturales de los ríos, arroyos, corrientes y manantiales, entre otros 17. Usar altavoces, radios o cualquier aparato de sonido, que altere el comportamiento de las poblaciones o ejemplares de las

especies silvestres o que impida el disfrute del área de protección de flora y fauna “Nevado de Toluca por los visitantes.

- Sub zona de uso público áreas de turismo sustentable: 1. Abrir o explotar bancos de material y extraer materiales para construcción, como arena, grava, tepojal, entre otros 2. Acosar, molestar o dañar de cualquier forma a las especies silvestres 3. Agricultura 4. Alterar o destruir los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de la vida silvestre 5. Ampliar la frontera agropecuaria mediante la remoción permanente de vegetación natural 6. Arrojar, verter, descargar o depositar desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos, u otro tipo de sustancias contaminantes como insecticidas, fungicidas y pesticidas, entre otros, en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso, acuífero y manantial, o desarrollar cualquier tipo de actividad que pueda contaminar 7. Construir confinamientos de residuos, así como de materiales y sustancias peligrosas 8. Construir infraestructura pública o privada, salvo de apoyo al turismo de bajo impacto ambiental, la investigación y monitoreo ambiental, operación del área natural protegida y la educación ambiental 9. Construir sitios para la disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial 10. Establecer asentamientos humanos, así como áreas habitadas o urbanizadas que, partiendo de un núcleo central, presenten continuidad física en todas direcciones, en las cuales se presenten asentamientos humanos concentrados, que incluyan la administración pública, el comercio organizado y la industria, y que cuenten con infraestructura, equipamiento y servicios urbanos tales como energía eléctrica, drenaje y red de agua potable 11. Ganadería, incluyendo el pastoreo 12. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas de la vida silvestre 13. Manejo forestal, salvo acciones y procedimientos que tienen por objeto la protección, la conservación, la restauración y servicios ambientales de un ecosistema forestal 14. Realizar obras y/o actividades que pongan en riesgo

la estructura y dinámica natural de los ecosistemas o de las poblaciones de especies silvestres que habiten el área, particularmente aquéllas que se encuentren en alguna categoría de riesgo 15. Rellenar, desecar o modificar los cauces naturales de los ríos, arroyos, corrientes y manantiales, entre otros 16. Usar altavoces, radios o cualquier aparato de sonido, que altere el comportamiento de las poblaciones o ejemplares de las especies silvestres o que impida el disfrute del área de protección de flora y fauna “Nevado de Toluca por los visitantes.

- Sub zona de asentamientos humanos: 1. Abrir o explotar bancos de material y extraer materiales para construcción, como arena, grava, tepojal, entre otros 2. Acosar, molestar o dañar de cualquier forma a las especies silvestres 3. Alterar o destruir los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de la vida silvestre 4. Ampliar la frontera agropecuaria mediante la remoción permanente de vegetación natural 5. Arrojar, verter, descargar o depositar desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos, u otro tipo de sustancias contaminantes como insecticidas, fungicidas y pesticidas, entre otros, en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso, acuífero y manantial, o desarrollar cualquier tipo de actividad que pueda contaminar 6. Construir confinamientos de residuos, así como de materiales y sustancias peligrosas 7. Construir sitios para la disposición final de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial 8. Establecer áreas habitadas o urbanizadas que, partiendo de un núcleo central, presenten continuidad física en todas direcciones, en las cuales se presenten asentamientos humanos concentrados, que incluyan la administración pública, el comercio organizado y la industria, y que cuenten con infraestructura, equipamiento y servicios urbanos tales como energía eléctrica, drenaje y red de agua potable 9. Introducir ejemplares o poblaciones exóticas de la vida silvestre 10. Realizar obras y/o actividades que pongan en riesgo la estructura y dinámica natural

de los ecosistemas o de las poblaciones de especies silvestres que habiten el área, particularmente aquellas que se encuentren en alguna categoría de riesgo 11. Rellenar, desecar o modificar los cauces naturales de los ríos, arroyos, corrientes y manantiales, entre otros 12. Usar altavoces, radios o cualquier aparato de sonido, que altere el comportamiento de las poblaciones o ejemplares de las especies silvestres o que impida el disfrute del área de protección de flora y fauna “Nevado de Toluca por los visitantes

- Sub zona de recuperación los bosques del nevado: Abrir o explotar bancos de material y extraer materiales para construcción, como arena, grava, tepojal, entre otros 2. Acosar, molestar o dañar de cualquier forma a las especies silvestres 3. Agricultura 4. Alterar o destruir los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de la vida silvestre 5. Ampliar la frontera agropecuaria mediante la remoción permanente de vegetación natural 6. Apertura de nuevas brechas o caminos 7. Arrojar, verter, descargar o depositar desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos, u otro tipo de sustancias contaminantes como insecticidas, fungicidas y pesticidas, entre otros, en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso, acuífero y manantial, o desarrollar cualquier tipo de actividad que pueda contaminar 8. Construir confinamientos de residuos, así como de materiales y sustancias peligrosas 9. Construir sitios para la disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial 10. Establecer asentamientos humanos, así como áreas habitadas o urbanizadas que, partiendo de un núcleo central, presenten continuidad física en todas direcciones, en las cuales se presenten asentamientos humanos concentrados, que incluyan la administración pública, el comercio organizado y la industria, y que cuenten con infraestructura, equipamiento y servicios urbanos tales como energía eléctrica, drenaje y red de agua potable 11. Ganadería, incluyendo el pastoreo 12. Introducir ejemplares o poblaciones exóticos de la vida silvestre

13. Manejo forestal, salvo acciones y procedimientos que tienen por objeto la protección, la conservación, la restauración y servicios ambientales de un ecosistema forestal 14. Realizar obras y/o actividades que pongan en riesgo la estructura y dinámica natural de los ecosistemas o de las poblaciones de especies silvestres que habiten el área, particularmente aquellas que se encuentren en alguna categoría de riesgo 15. Rellenar, desecar o modificar los cauces naturales de los ríos, arroyos, corrientes y manantiales, entre otros 16. Turismo 17. Usar altavoces, radios o cualquier aparato de sonido, que altere el comportamiento de las poblaciones o ejemplares de las especies silvestres o que impida el disfrute del área de protección de flora y fauna “Nevado de Toluca por los visitantes.

La LGEEPA (2014) en tema de visitantes y prestadores de servicios turísticos en ANP describe que deberán cumplir rigurosamente el reglamento administrativo y en el programa de manejo respectivo, y tendrán como obligaciones: cubrir las cuotas establecidas en la Ley Federal de Derechos; hacer uso exclusivamente de las rutas y senderos establecidos para recorrer el área; respetar la señalización y las zonas del área; acatar las indicaciones del personal del área; proporcionar los datos que les sean solicitados por el personal del área para efectos informativos y estadísticos; brindar el apoyo y las facilidades necesarias para que el personal de la Secretaría realice labores de vigilancia, protección y control, así como en situaciones de emergencia o contingencia; así como hacer del conocimiento del personal del área natural protegida las irregularidades que hubieren observado, así como aquellas acciones que pudieran constituir infracciones o delitos.

En materia de turismo es la Ley General de Turismo (LGT) que su última reforma se llevó a cabo el 17 de Diciembre de 2015, es de orden público e interés social, de observancia general en toda la República en materia turística, correspondiendo su aplicación en forma concurrente al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría

de Turismo, y en el ámbito de sus respectivas competencias a las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal, así como a los Estados, Municipios y el Distrito Federal. La interpretación en el ámbito administrativo, corresponderá al Ejecutivo Federal, a través de la Secretaría de Turismo. La materia turística comprende los procesos que se derivan de las actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias temporales en lugares distintos al de su entorno habitual, con fines de ocio y otros motivos.

De acuerdo a la legislación, una de las actividades económicas permitidas en las ANP refiere al turismo siendo una herramienta útil para la educación ambiental y el manejo sustentable de las ANP, ya que con el adecuado enfoque se puede orientar el desarrollo turístico en conservación ambiental.

Capítulo 3. Caracterización del ANP Nevado de Toluca

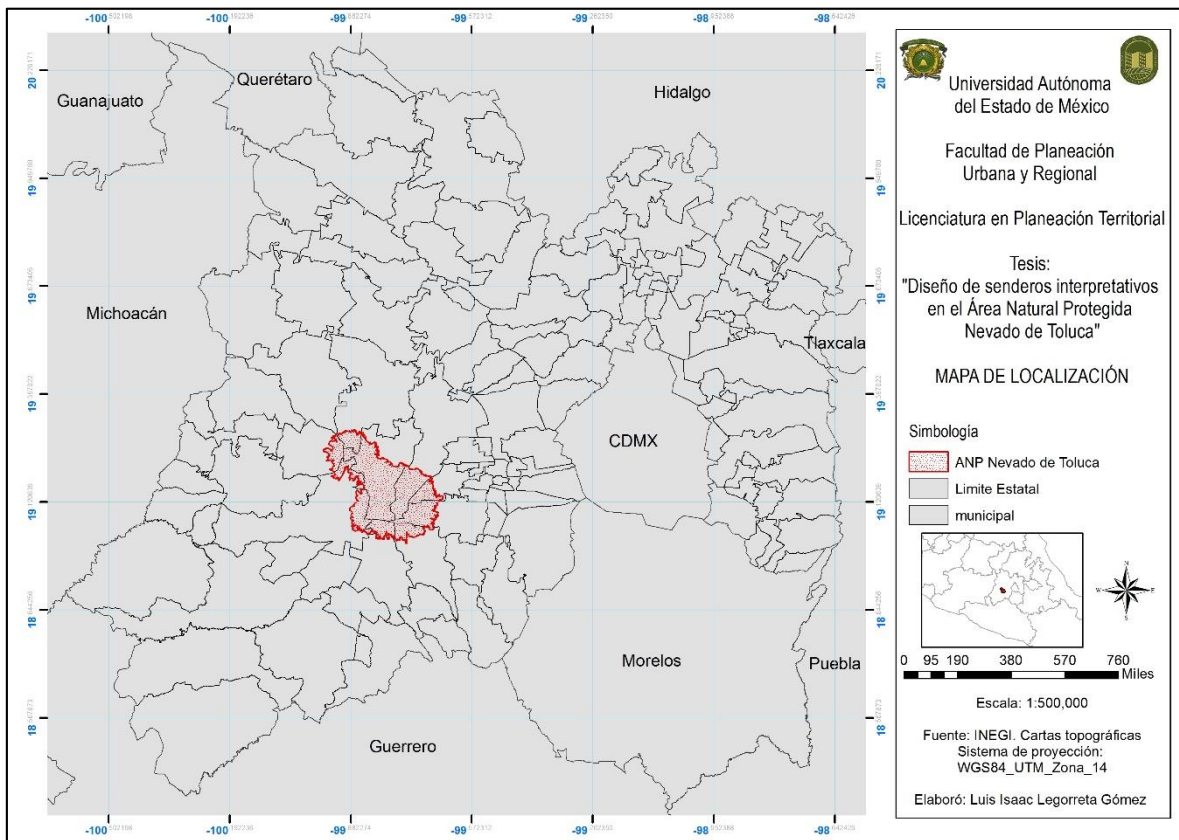
En este capítulo se abordan los elementos esenciales de la zona de estudio refiriendo a su ubicación, municipios que conforman al APFF Nevado de Toluca, altitud, características físicas dentro del parque como clima, tipo de suelo, zonificación de la zona de estudio, flora y fauna que habita en el parque así como aspectos socio demográficos, localidades dentro del parque, número de habitantes por localidad así como el régimen de protección del Nevado de Toluca.

3.1 Características físicas

El APFF “Nevado de Toluca” comprende desde la cota de los 3,000 msnm hasta la cima del mismo. El ANP se localiza en la porción centro Sur del Estado de México, a 23 kilómetros al Suroeste de la ciudad de Toluca, abarcando una superficie de 46,784 hectáreas de los municipios de Almoloya de Juárez, Amanalco de Becerra, Calimaya, Coatepec Harinas, Temascaltepec, Tenango del Valle, Toluca, Villa Guerrero, Villa Victoria y Zinacantepec (CONANP, 2013).

El Nevado de Toluca es un estratovolcán que se caracteriza por la presencia de roca fuertemente intemperizada (degradada) con predominio de pendientes convexas cuya cima se caracteriza por tener un cráter elíptico de 2 x 1.5 km de diámetro, abierto hacia el Este, formado por varios remanentes de estructuras antiguas que dejaron una morfología de picos, de los cuales destacan el Pico del Fraile con una altitud de 4,660 msnm y el del Águila con una altitud de 4,550 msnm, y donde en su interior contiene dos lagos cráter separados por un domo llamado “El Ombligo” (CONANP, 2013).

Mapa 2. Mapa de localización Nevado de Toluca



Fuente: Elaboración propia con base a CONANP (2013)

En cuanto a las pendientes, éstas se identifican con valores mayores a los 45° en la zona del cráter, donde algunas paredes presentan pendientes de casi 90°; hacia la porción Oeste se observan pendientes entre los 30° y los 45°; hacia el Este, Sureste y Sur, se observan cambios de pendientes de 30° y 45°. (Palacio, 1989)

El tipo de suelo predominante en el ANP Nevado de Toluca es el andosol, el cual se encuentra en cerca del 90% del área natural protegida, así como el otro 10% se compone por feozem, regosol, cambisol y litosol (CONANP, 2013). La estructura de los suelos en general de todo el ANP, presenta una gran inestabilidad que, combinada con la deforestación, cambios de uso de suelo, sobre pastoreo, fuertes pendientes y lluvias torrenciales genera procesos de erosión sumamente intensos,

permitiendo el desarrollo de extensos sistemas de cárcavas, así como de procesos sub superficiales de hundimiento del suelo que afecta a la agricultura y a las poblaciones asentadas en las zonas planas.

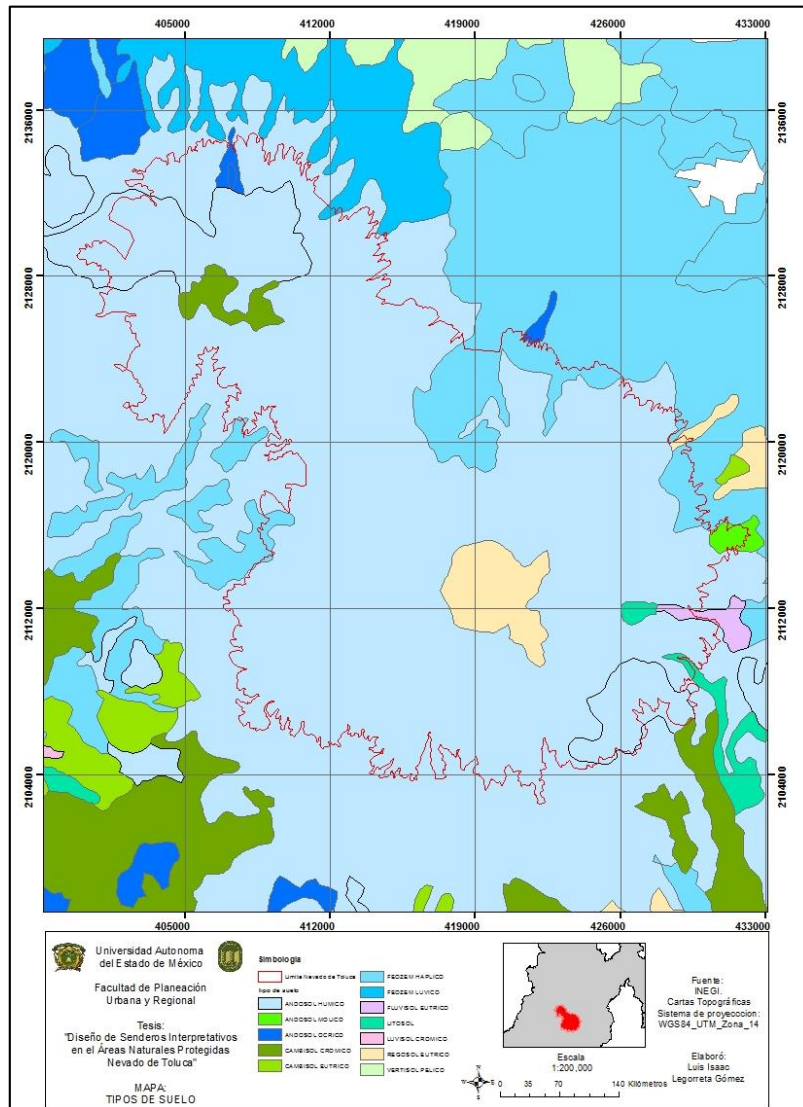
Los andosoles son el tipo de suelo más importante dentro del área natural protegida y se caracterizan por derivarse de cenizas volcánicas recientes ricas en alófanos (suelos mineralizados) en un clima semifrío subhúmedo; esta relación aunada a la precipitación, genera un pH ácido que permite tener una alta capacidad de intercambio catiónico y una baja saturación de bases, lo que facilita la retención de agua y nutrientes para el desarrollo de vegetación de pino-encino, que proporcionan a su vez abundante materia orgánica (Vilchis, 2006).

El feozem es el tipo de suelo ubicado en la parte Nor-Noreste del área natural protegida, se caracteriza principalmente por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes; su textura es arenosa o arcillosa con un pH más ácido que los andosoles. Su ocupación ha dejado de ser forestal para dar paso a la agricultura de temporal. Del mismo modo, el regosol se localiza en el cráter del volcán, se caracteriza por formarse a partir de las cenizas volcánicas. Son suelos pobres en materia orgánica y en nutrimentos; se encuentran relacionados con los litosoles y andosoles en áreas con material suelto (arenoso, gravoso o pedregoso) (Vilchis, 2006).

El tipo de suelo cambisol, ubicado en el Noroeste dentro del Área de Protección se encuentra aledaño a la montaña llamada San Antonio, y se caracterizan por ser suelos que presentan un mejor desarrollo; cuentan con además de ser pobres en nutrientes y aptos para el uso forestal. La presencia de los suelos litosoles es mínima; tienen menos de 10 cm de profundidad, están limitados por roca, tepetate o caliche duro y se les ubica en la zona plana del interior del cráter y al Este del área natural protegida. El tipo de suelo menos representado es el fluvisol, cuyo origen es

aluvial reciente con textura gruesa, dependiendo del material depositado; su fertilidad es variable, por lo general son bajos en nutrientes y se localizan en el banco aluvial del arroyo La Ciénega, al Este del área natural protegida, en el municipio de Tenango del Valle (Vilchis, 2006). (Ver mapa 3)

Mapa 3: Tipo de suelo Nevado de Toluca



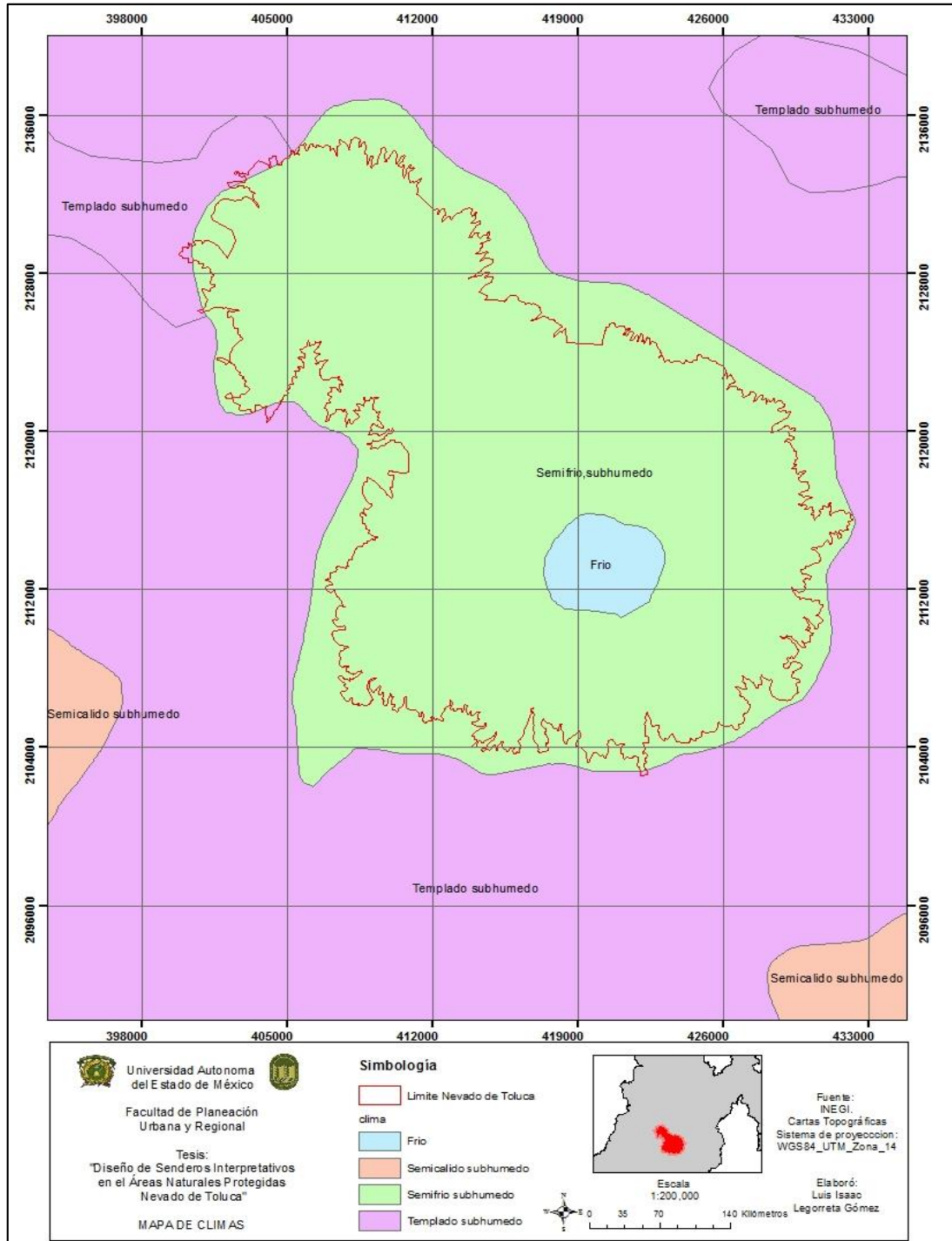
Fuente: Elaboración propia con base a INEGI (2017)

En el ANP se distribuyen, de acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada por Enriqueta García en el Estudio previo justificativo CONANP (2013) los siguientes tipos de climas:

- a) Clima frío con temperatura media anual entre -2°C y 5°C , con temperatura del mes más frío inferior a 0°C y la temperatura del mes más cálido, entre 0°C y 6.5°C , el régimen de lluvias es de verano, aunque pueden caer nevadas en invierno, tiene comportamiento isotermal (constante) y la temperatura más elevada ocurre antes del solsticio de verano. Este tipo de clima se presenta en el volcán Nevado de Toluca a partir de los 3,700 metros de altitud.
- b) Clima semifrío subhúmedo con temperatura media anual entre -2°C y 7°C , el régimen de lluvias es de verano, es isotermal y la temperatura del mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano. Este tipo de clima rodea a todo el volcán en la franja que está entre los 2,800 metros a los 3,700 metros de altitud.

Debido a que la diferencia de altitud entre el Nevado de Toluca y las zonas aledañas, el ANP presenta características meteorológicas y climáticas particulares, razón por la cual, de manera general, el costado Norte es más frío que el sur. De acuerdo a los datos de la estación meteorológica existente en el cráter del Nevado de Toluca, a 4,283 msnm, las temperaturas medias mensuales fluctúan entre los 2°C y los 5°C , mientras las temperaturas máximas extremas se elevan hasta los 21°C en el verano y las mínimas extremas bajan a -10°C en invierno (CONANP, 2013). (Ver mapa 4)

Mapa 4: Clima Nevado de Toluca



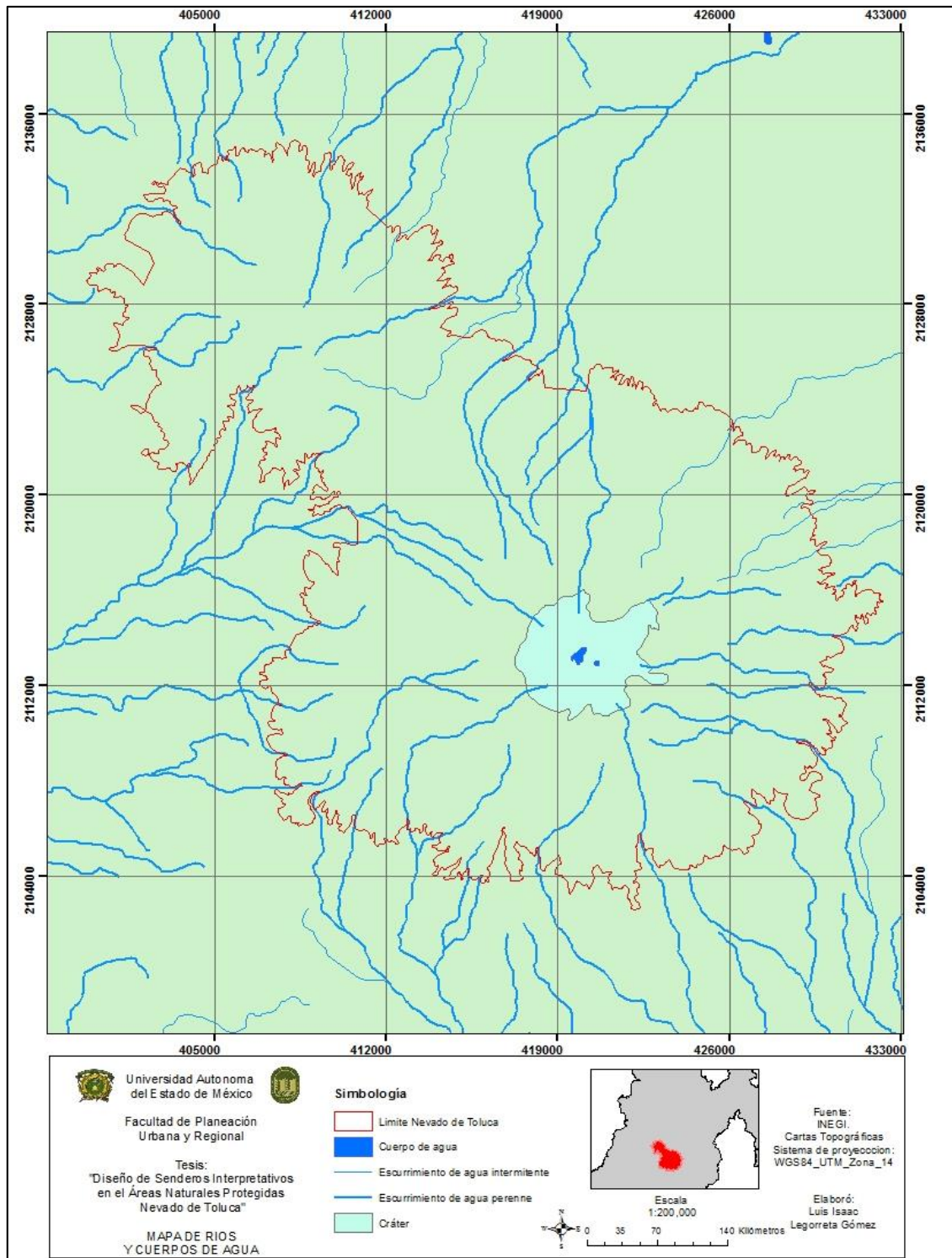
Fuente: Elaboración propia con base a INEGI (2017)

De las montañas que conforman el ANP descienden numerosos arroyos que contribuyen a la formación de las Regiones Hidrológicas Lerma-Santiago y la del Balsas a través de aproximadamente 61 arroyos permanentes descienden del Nevado de Toluca. Asimismo, se encuentran las sub cuencas de La Gavia y Tejalpa, las cuales tienen gran importancia debido a que por la infiltración y escurrimiento contribuyen a la recarga de mantos acuíferos de los cuales se benefician la Ciudad de Toluca y a su zona conurbada, así como parte del Distrito Federal, que según cifras de CONANP (2013) en el año 2000 se tuvo una entrada de agua subterránea del Nevado de Toluca de 94.608 millones de m³.

Del Nevado de Toluca nacen los ríos Temascaltepec y Tilostoc, este último da origen a nutridos arroyos como La Garrapata, La Cascada y Los Hoyos que alimentan a la presa Valle de Bravo, cuya relevancia es estratégica para el “Plan Cutzamala”, que provee de agua a ciudades tan importantes por su número de habitantes como el Distrito Federal, Toluca y Ecatepec. Los escurrimientos de la porción Sur y Sureste, que corresponden a la sub cuenca Alto Amacuzac, irrigan las zonas de los municipios de Tenango del Valle, Villa Guerrero y Coatepec Harinas, y surte de agua a Ixtapan de la Sal, sus balnearios y el Parque Acuático, en los que está basada su oferta turística. También suministra a Tenancingo y Villa Guerrero, que son importantes productores y exportadores de flor (CONANP, 2013).

Dentro del cráter existen dos lagos cráter conocidos localmente como lagunas del Sol y la Luna que se forman por la acumulación del agua de lluvia o de deshielo, y presentan una temperatura que oscila entre 2 y 7°C. El lago del Sol tiene 400 m de largo por 200 de ancho y cubre una superficie de aproximadamente 200,000 m² y, de la Luna es de 30,000 m², y en tiempo de lluvias la profundidad de la laguna del Sol es de aproximadamente 12 m, mientras que el de la Luna es de 14 m. asimismo, existe además un lago intermitente de poca profundidad, nombrado la Estrellita, ubicado a un lado del lago de la Luna (CONANP, 2013). (Ver mapa 5)

Mapa 5: Mapa ríos y cuerpos de agua Nevado de Toluca



Fuente: Elaboración propia con base a INEGI (2017)

Respecto a las características biológicas, el ANP se localiza dentro de la cordillera del Eje Neovolcánico Transversal, que atraviesa el país de oriente a poniente, y constituye un corredor biológico donde convergen componentes de la flora y fauna. Este corredor tiene una superficie continua de 128,073 hectáreas. La posición biogeográfica del Nevado de Toluca determina la presencia de grupos propios del norte del continente americano y de aquellos que son característicos de Sudamérica, con un alto endemismos; por ello se conoce a México como una de las siete zonas con mayor riqueza biológica a nivel mundial (CONANP, 2013).

La diversidad biológica del Nevado de Toluca es el resultado de su posición geográfica, relieve, altitud y las características geológicas, edáficas, hidrológicas y climáticas del área donde se desarrollan bosques de pino, de oyamel, de encino, de pino-encino, pino-oyamel, zacatonales alpinos y páramos de altura que constituyen el hábitat de numerosa especie de fauna silvestre.

Con relación a la vegetación, a nivel regional el Nevado de Toluca representa un punto o vértice fundamental para varios sistemas, pues flanquea en su porción Suroeste al valle de Toluca y hacia el Sur y Oeste cuencas como la del Balsas. Debido a su relieve, las condiciones o gradientes ambientales se continúan más allá de los límites del área de protección de flora y fauna hacia las porciones más bajas de los valles y depresiones que le rodean, permitiendo con esto encontrar diversas comunidades vegetales como la selva baja caducifolia o bosque tropical caducifolio, característico de los climas cálidos y subtropicales, hasta los zacatonales o pastizales alpinos y las comunidades de páramos de altura de franca afinidad polar (CONANP, 2013).

La cubierta vegetal original del Nevado de Toluca está conformada por bosques de pino, de oyamel, de pino-encino, zacatonales alpinos y páramos de altura. La vegetación presente en el Nevado de Toluca, es también, producto de los procesos

glaciales que se han desarrollado en diversos períodos desde su formación geológica, los cuales han oscilado de diversas maneras para dar origen a su diversidad biológica actual, situación que se observa con mayor claridad en el zacatonal y páramo alpino (CONANP, 1996).

El tipo de vegetación predominante en el Sistema Volcánico Transversal está representado por los bosques mixtos de coníferas y encinos. Estos bosques varían en su composición de especies y dominancia de un sitio a otro, formando verdaderos complejos o mosaicos debido a que actualmente poseen una superficie muy fragmentada; en ocasiones, difíciles de representar cartográficamente (CONANP, 2013).

De acuerdo con CONANP (2013) los bosques templados en general se han adaptado a diversas condiciones ambientales generando comunidades características según el agrupamiento de ciertas formas de relieve, los rangos o gradientes altitudinales, los microclimas dados por la humedad y la temperatura variable, el desarrollo y profundidad del suelo, el tipo de roca del que se originan los suelos y la orientación de las laderas determinaron tres categorías boscosas en el área natural protegida: pino, oyamel y bosques mixtos (encino, oyamel y pino), donde para cada una de estas formaciones se consideraron tres tipos de densidad de copa, densa, semidensa y escasa.

El 71.4% de la superficie del ANP correspondió a los diferentes tipos de bosque; 20.6% a la agricultura; 2.8% a terrazas antiguas con vegetación secundaria; 3.6% a zacatonal alpino o áreas sin vegetación aparente y 1.6% a pastizales inducidos. Datos publicados por Regil (2005) muestran que los pastizales han aumentado 14.08% en el área total del área natural protegida. Los tipos de vegetación representados en el volcán Nevado de Toluca son: el bosque de pino (*Pinus hartwegii*, *P. montezumae*), de oyamel (*Abies religiosa*), los de pino-encino

(*PinusQuercus*), de oyamel-pino (*Abies-Pinus*), pastizal, paramo de altura, y vegetación acuática, comunidades que se describen a continuación. Los bosques de pino prosperan en las laderas del volcán en altitudes de 3000-4000 m se desarrollan en sitios rocosos, sobre suelos pedregosos, someros, ricos en materia orgánica.

En las partes más elevadas e inaccesibles del volcán que corresponden a los picos y las crestas rocosas, prosperan numerosas especies de líquenes y musgos con amplia variedad de formas y colores, también se observan algunas comunidades azonales fuera del cráter con especies características de las crestas y picos presentes en altitudes menores sobre los ríos de rocas en las laderas Noreste y Sur del Nevado de Toluca. La ausencia de plantas vasculares es una característica de estos ecosistemas. En el límite altitudinal inferior crecen de forma dispersa, en la base de las rocas protegidas de los vientos algunas fanerógamas como *Draba nivicola*, *Festuca livida*, *Trisetum spicatum* y *Plantago toluensis* (González, 1986). La flora registrada para el Nevado de Toluca asciende a 768 especies de pteridofitas y plantas afines, gimnospermas y angiospermas, y 124 especies de hongos macromicetos que incluyen numerosas especies de hongos comestibles.

Respecto a la fauna, la ubicación y las características climáticas y de vegetación del Nevado de Toluca favorecen la convergencia de una gran diversidad de mamíferos, aves, reptiles y anfibios de las regiones biogeográficas neártica y neotropical (CONANP, 2013). La riqueza faunística del APFF Nevado de Toluca está representada por 235 especies de rotíferos, artrópodos, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, 41 de estas especies se encuentran en alguna de las categorías de riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059SEMARNAT-2010.

En cuanto a los vertebrados posee el 25% del total de especies reportadas para la entidad que corresponde a 51 especies, los anfibios con 13 especies; el 20% de los

reptiles con 19 especies; el 20% de aves que corresponde a 100 especies y el 37% de los mamíferos con 43 especies.

El número de mamíferos registrados para el Estado de México es de 131 especies que incluye algunas extirpadas de la entidad. La alteración de las condiciones naturales del ANP provocadas por el desarrollo de actividades humanas como la agricultura y la ganadería, entre otras, ha traído como consecuencia la modificación o pérdida del hábitat y el desplazamiento de especies de la fauna silvestre nativa del área. Existen registros que señalan que hasta hace poco más de 100 años, era posible encontrar trampas de agujero para la captura de lobos (*Canis lupus baileyi*), mismas que estuvieron en uso hasta 1880 (CEPANAF, 2017). En la actualidad, la especie está catalogada como probablemente extinta en el medio silvestre de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-059SEMARNAT-2010.

Los estudios sobre la fauna del APFF Nevado de Toluca son escasos, se tienen datos aislados y algunos de las zonas aledañas. Con base a CONANP (2013) destacan su abundancia y diversidad los pequeños mamíferos como las tuzas (*Cratogeomys spp.*), ratones (*Microtus*, *Peromyscus*), ardillas (*Sciurus spp.*), conejos (*Silvilagus floridanus*, *S. canicularis*), el zorrillo listado (*Mephitis macroura*), el armadillo (*Dasypus novemcinctus*), el mapache (*Procyon lotor*), el tlacuache (*Didelphis marsupialis*), la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), el tejón (*Nasua narica*), el cacomixtle (*Bassariscus astutus*), la comadreja (*Mustela frenata frenata*), el hurón (*M. frenata*), entre otros. Los mamíferos de talla media están representados por el lince o gato montés (*Lynx rufus*), el coyote (*Canis latrans*), el pecarí (*Pecari tajacu*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) ocasionalmente visto en algunas zonas. Entre las especies en riesgo inscritas en el listado de especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se encuentran el teporingo o conejo de los volcanes (*Romerolagus diazi*) en peligro de extinción; la tuza humeada (*Cratogeomys fumosus*), el tlalcoyote (*Taxidea taxus*), y la ardilla voladora del sur (*Glaucomys*

volans herranus) en la categoría de amenazada; y la musaraña orejillas de Goldman (*Cryptotis goldmani*) sujeta a protección especial. En el área se distribuyen algunos taxones endémicos, tal es el caso de *Neotomodom alstoni* (ratón de los volcanes) y *Romerolagus diazi* (teporingo, zacatuche), Conejo castellano (*Silvilagus floridanus*), conejo del monte (*Silvilagus canicularis*), zorrillo listado (*Mephitis macroura*), lince (*Lynx rufus*), coyote (*Canis latrans*), ratón de campo (*Peromyscus melanosis*), tlacuache (*Didelphis marsupialis*), ardilla (*Sciurus poliopus*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Mención especial requiere el conejo de los volcanes o teporingo (*Romerolagus diazi*), especie endémica de México, cuya área de distribución original está restringida a la zona central del Eje Neovolcánico Transversal, en la actualidad, parece estar limitada a la parte montañosa del sur del Valle de México, posiblemente extinta en el área natural protegida.

Las aves de México son un grupo muy importante a nivel mundial. Es tal la riqueza de la avifauna nacional que de las aproximadamente 10,000 especies que existen en el mundo, cerca de 1,060, es decir, más del 10% se han registrado en el país (CONANP, 1996). La avifauna estatal está representada por 21 órdenes, 69 familias, 39 subfamilias, 246 géneros y 475 especies. De acuerdo con el estatus de estacionalidad se registran 263 residentes de las cuales 44 son endémicas y 212 migratorias. En el Nevado de Toluca se reporta la presencia de 100 especies agrupadas en 78 géneros pertenecientes a 32 familias. Entre las aves que habitan los zacatonales que crecen por abajo de los 3900 m se encuentran, principalmente, el pradero gorjeador o pradero tortilla-con-chile (*Sturnella magna*) y el zorzal pechicanelo o primavera (*Turdus migratorius*). El chipe rojo o mejillas de plata (*Ergaticus ruber*), especie endémica de México es muy fácil de observar en los bosques de pino y oyamel (CONANP, 1996).

En altitudes superiores a 4,000 m se observan el gorrión (*cachetiobscurus*) o zacatonero rayado (*Oriturus superciliosus*), exclusivo de las zonas altas de México,

el halcón chitero o cernícalo americano (*Falco sparverius*), el junco ojos de fuego (*Junco phaeonotus*), el azulejo, azulejo garganta canela (*Sialia sialis*) y el cuervo común (*Corvus corax*) (CONANP, 1996)

En el Nevado de Toluca se distribuyen 13 especies catalogadas en alguna de las categorías de riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059SEMARNAT-2010, el tecolote canelo, mochuelo moreno, tecolotito volcanero, tecolotito serrano, lechucita inmaculada, lechucita parda (*Aegolius ridgwayi*) en peligro de extinción; el águila real (*Aquila chrysaetos*), hormiguero cholino escamoso, cholina, fullino o pájaro hormiguero (*Grallaria guatemalensis*), codorniz coluda Neovolcánica, gallinita de monte, codorniz coluda Neovocánica, gallina de monte, gallina cimarrona, tsícata charondo, angahuan, tsícata, gallina, charondo, codorniz de árbol, perdíz rabudo, gallina de monte coluda, colín rabudo (*Dendrortyx macroura*) y chichipe de Potosi (*Oporornis tolmiei*), el gavilán pecho rufo (*Accipiter striatus*), el gavilán pollero o gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*), el milano de Mississippi (*Ictinia mississippiensis*), aguililla de Harris (*Parabuteo unicinctus*), el gorrión zacatero (*Xenospiza baileyi*), el halcón peregrino o cernícalo (*Falco peregrinus*) y el chipe crisal o chipe de Colima (*Vermivora crissalis*) (CONANP, 2013).

En el caso de los reptiles, la destrucción del hábitat, la deforestación de bosques, la implantación de monocultivos y la persecución selectiva de algunas especies, puede conducir a un rápido empobrecimiento de nuestra riqueza herpetológica. Algunas son fuertemente perseguidas por la creencia de que todas las especies son peligrosas; y algunas por que sirven de alimento. La diversidad de reptiles para el país se calcula en más de 700 especies siendo 368 endémicas de México. El Estado de México posee el 11.7% del total de reptiles reportados para México representados por 94 especies (CONANP, 2013)

Para el ANP se reportan 19 especies agrupadas en nueve géneros y cinco familias, con 11 taxones endémicos de México, entre las especies en peligro de extinción se encuentran el lagarto alicante cuello rugoso (*Barisia rudicollis*) y la serpiente cascabel (*Crotalus transversus*); en la categoría de amenazadas están la culebra terrestre dos líneas (*Conopsis biserialis*), la culebra listonada cuello negro (*Thamnophis cyrtopsis*), la culebra listonada del sur (*Thamnophis eques*), la culebra listonada de montaña (*Thamnophis scalaris*), la víbora cascabel pigmea mexicana (*Crotalus ravus*), y sujetas a protección especial el lagarto alicante o falso escorpión (*Barisia imbricata*), Lagartija escamosa de mezquite (*Sceloporus grammicus*), Eslizón de cope (*Plestiodon copei*) sujetas a protección especial. Otros reptiles que se distribuyen en el área natural protegida son las lagartijas (*Sceloporus spp.*) y las culebras (*Conopsis, Storeria*), según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (CONANP, 2013).

Por otro lado, para el país se han registrado 290 especies de anfibios, 174 endémicas de México. Se reconoce que el Estado de México posee el 14% de la diversidad de anfibios con 51 especies. La diversidad de anfibios corresponde a 13 especies pertenecientes a seis géneros agrupados en cinco familias, con un endemismo del 92%. El siredón del Ajusco, ajolote, (*Ambystoma altamirani*), el siredón de Toluca, ajolote (*Ambystoma rivularis*), el tlaconete pinto o salamandra (*Pseudoeurycea bellii*), el tlaconete regordete o salamandra pinta (*Pseudoeurycea cephalica*), el tlaconete leproso (*Pseudoeurycea leprosa*), el tlaconete de Robert o salamandra (*Pseudoeurycea robertsi*) y la ranita de árbol plegada o surcada (*Hyla plicata*) se encuentran listadas en la categoría de amenazada de la NOM-059-SEMARNAT-2010, mientras que la salamandra ajolote tigre de meseta (*Ambystoma velasci*), la salamandra pie plano común (*Chiropetrotriton chiropetrus*), la rana de Moctezuma, la rana verde (*Lithobates montezumae*) están sujetas a protección especial (CONANP, 2013).

Otras especies presentes en el área son la rana leopardo (*Lithobates spectabilis*), el sapito (*Spea multiplicata*) y la ranita de árbol (*Hyla eximia*). Así, de las 13 especies registradas, 10 de ellas se encuentran bajo alguna categoría de riesgo, siete amenazadas y tres sujetas a protección especial, nueve de ellas endémicas de México (CONANP, 2013)

Además, el ANP Nevado de Toluca no se tiene un registro histórico o actual para este grupo de vertebrados. Se desconoce la diversidad de peces que habitaron los lagos del volcán, sobre el particular, se infiere que las especies nativas han sido desplazadas por la introducción de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), especie que en la actualidad reside en los lagos del volcán (CONANP, 2013).

Con base a CONANP (2013) entre los invertebrados registrados en el área se encuentran los rotíferos, organismos microscópicos que habitan en agua dulce y suelos húmedos, en musgos, líquenes y hongos. En el Nevado de Toluca se registraron 35 especies, 11 de ellas nuevos registros para México: *Aspelta lestes*, *Cephalodella tenuiseta*, *Dicranophorus forcipatus*, *Lecane inopinata*, *L. sulfata*, *Lephadella tenuiseta*, *Leepadella romboides*, *Notommata glyphura*, *Taphrocampa annulosa*, *Testudinella emarginula*, *Trichocerca bidens*. También, se reporta *Pseudothelphusa granatensis*, crustáceo endémico de acuerdo con la Norma Oficial mexicana NOM-059SEMARNAT-2010

En la porción Oeste del Nevado de Toluca en los cerros conocidos como Las Palomas y San Antonio, en San Francisco Oxtotilpan, municipio de Temascaltepec, se han detectado dos colonias de mariposa monarca (*Danaus plexippus*) especie migratoria de la familia (*Danaidae*) catalogada como sujeta a protección especial en la Norma Oficial mexicana NOM-059SEMARNAT-2010. También, en los límites del área natural protegida, en el cerro Piedra Herrada en el municipio de Amanalco, se reporta otra colonia de mariposa monarca (CONANP, 2013)

El ANP provee diversos servicios ambientales, entre los que destacan la captura de gases de efecto invernadero, regulación climática, captación de agua y hábitat para las especies de flora y fauna.

Debido a la formación de glaciares en el Nevado de Toluca y los consecuentes escurrimientos, entre los cuales se encuentran aproximadamente 61 arroyos permanentes, así como a su enorme capacidad de captación de agua, el área natural protegida se considera uno de los principales proveedores de este recurso para la capital del país y municipios metropolitanos del Valle de México, a través del Sistema Lerma; para la misma población del Valle de Toluca, para la subregión del Cutzamala en el Estado de México y para el corredor florícola de Tenancingo-Coatepec Harinas, e incluso para las entidades del Sistema Lerma- Chapala. La provisión de agua tanto subterránea como de fuentes superficiales ha sido fundamental para el desarrollo socioeconómico de la región central del Estado de México y para contribuir a satisfacer las necesidades de agua potable de importantes poblaciones de ecosistemas derivada del gradiente altitudinal de la región. De acuerdo a CONAGUA con base a CONANP (2013) en el año 2000 se tuvo una entrada de agua subterránea del Nevado de Toluca de 94.608 millones de m³.

Asimismo, la vegetación del ANP permite la captura y almacenamiento de bióxido de carbono. Si bien no se ha cuantificado la captura anual de carbono por parte de los bosques presentes en el área natural protegida, en el año 2000 los bosques del área natural protegida almacenaban poco más de 4 millones de Mg de carbono (CONANP, 2013)

De la misma forma, los ecosistemas forestales en el Nevado de Toluca, favorecen la prevención de la erosión, debido a que la cobertura forestal es esencial para la

retención de los suelos, sobretodo en pendientes fuertes. Por otro lado, la cubierta forestal contribuye a la conservación de los nichos y procesos biológicos y evolutivos de numerosas especies de flora y fauna, a la vez que representa un servicio de provisión y de sustento representado por la madera, leña, recursos diversos, los cuales son de importancia para el bienestar humano, utilizados como materiales de construcción, fuente de energía, usos múltiples, así como de aporte económico.

3.2 Aspectos socio-demográficos.

El ANP Nevado de Toluca se localiza en parte de los municipios de Almoloya de Juárez, Amanalco, Calimaya, Coatepec Harinas, Temascaltepec, Tenango del Valle, Toluca, Villa Guerrero, Villa Victoria y Zinacantepec, todo ellos pertenecientes al Estado de México. De acuerdo a CONANP (2013) dentro del ANP se ubican 16 localidades rurales con una población total de 5,297 habitantes. Los municipios que conforman las localidades son los siguientes:

- Almoloya de Juárez: La Lima, Dilatada Sur y Rosa Morada.
- Amanalco: El Capulín Tercera Sección.
- Calimaya: El Baldío Amarillo.
- Coatepec Harinas: Las Jaras.
- Temascaltepec: El Varal y El Capulín
- Tenango del Valle: San Juan Tepehuixco
- Zinacantepec: Buenavista, Loma Alta, La Puerta del Monte (La Puerta), Cruz Colorada, Raíces, Dos Caminos (Crucero de la Puerta) y Agua Blanca Ejido de Santa María del Monte.

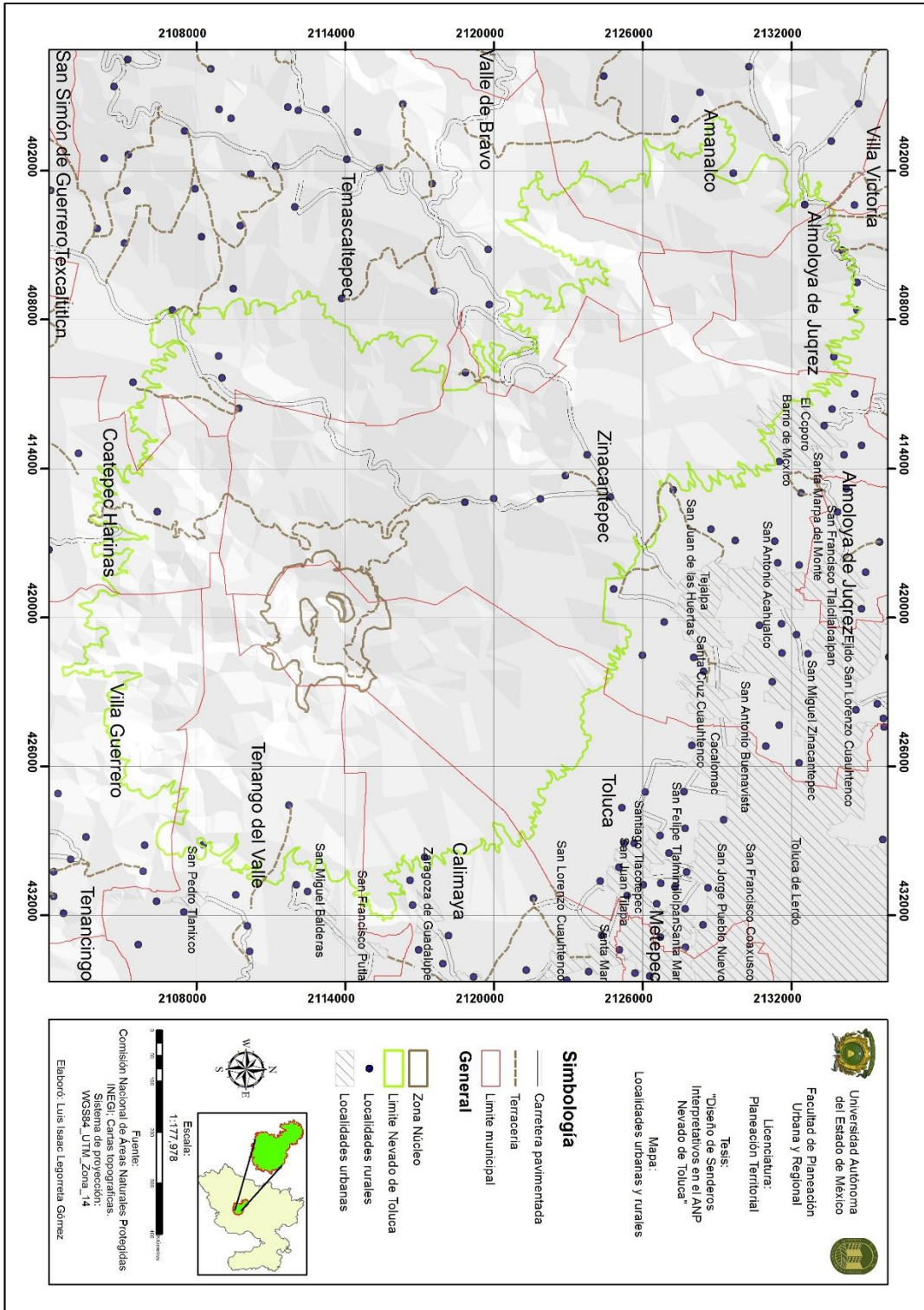
Tabla 4. Población del ANP Nevado de Toluca por localidad

Población por localidad dentro del Área Natural Protegida "Nevado de Toluca"		
Municipio	Localidad	Población total
Almoloya de Juárez	La Lima	439
Almoloya de Juárez	Dilatada Sur (Dilatada)	1512
Almoloya de Juárez	Rosa Morada	446
Amanalco	El Capulín Tercera Sección (Palo Mancornado)	515
Calimaya	El Baldío Amarillo	18
Coatepec Harinas	Las Jaras	85
Temascaltepec	El Varal	51
Temascaltepec	El Capulín	6
Tenango del Valle	San Juan Tepehuixco	43
Zinacantepec	Buenvista	560
Zinacantepec	Loma Alta	530
Zinacantepec	La Puerta del Monte (La Puerta)	253
Zinacantepec	Cruz Colorada	35
Zinacantepec	Raíces	664
Zinacantepec	Dos caminos (Crucero de la Puerta)	27
Zinacantepec	Agua Blanca Ejido de Santa Maria del Monte	113
Total del Área Natural Protegida " Nevado de Toluca"		5297

Fuente: Elaboración propia con base a CONANP (2013)

Con base al Censo de Población y Vivienda INEGI (2010) solo los municipios de Almoloya de Juárez y Zinacantepec, concentran el 86.44% de la población total del área protegida con un 45.25% y un 41.19 % respectivamente. Las localidades representan un alto nivel de concentración-dispersión poblacional, siendo la localidad de Dilata Sur (municipio de Almoloya de Juárez) la que concentra el mayor número de personas con 1,512 y Capulín (municipio de Temascaltepec), la de menor número con solo 6 habitantes. (Ver mapa 6)

Mapa 6: Localidades urbanas y rurales Nevado de Toluca



Fuente: Elaboración propia con base a INEGI (2010)

Entre los años 2000 y 2010, la población residente en el ANP pasó de 4,779 personas a 5,297, con una tasa de crecimiento en el periodo de 0.10%, siendo las comunidades de Agua Blanca, Baldío Amarillo y La Lima las que presentaron el mayor incremento con 46.75%, 28.57% y 25.42% respectivamente. Por otro lado, las localidades de Capulín, San Juan Tepehuixco y Las Jaras presentan una tasa negativa, concebida como un decremento poblacional, del 72.72%, 48.19% y 24.10% respecto al año base (INEGI, 2010).

Lo anterior indica que si bien el número de pobladores residentes en el área natural no se ha incrementado ni cerca a la tasa de crecimiento promedio anual que reporta el Estado de México para el mismo periodo (1.4%), existen localidades en las que se ha concentrado el incremento y otras en las que la población ha disminuido de forma sensible. Esta concentración territorial dentro del área, determina el patrón del uso de los recursos naturales, es decir, la forma en que los habitantes hacen uso del capital natural para satisfacer sus necesidades. Una mayor concentración de la población por superficie, necesariamente implica una mayor intensidad en el uso de los recursos disponibles y, dado que los recursos naturales son limitados y si su tasa de recuperación es inferior al nivel de aprovechamiento, tienen a deteriorarse a lo largo del tiempo.

Respecto a las características de la población asentada dentro del ANP cabe señalar que existen 29 personas que corresponden a población de tres años y más que habla alguna lengua indígena, 227 personas corresponden a población entre 3 y 5 años que no asiste a la escuela, 23 personas entre 6 y 11 años, 46 personas entre 12 y 14 años, 170 entre 15 y 17 años y 36 entre 18 y 24 años que no asisten a la escuela. Existen 23 habitantes entre 8 y 14 años que no saben leer y escribir y 477 personas de 15 años y más que es analfabeta. El grado promedio de escolaridad de los habitantes del área protegida es de 5.5 años (INEGI, 2010).

La población económicamente activa de las 16 localidades asciende a 1,714 personas de las cuales están ocupadas 1,471. Se registran 1,459 habitantes sin derechohabencia a servicios de salud y 3,783 cuentan con estos servicios. La localidad de Loma Alta, por ejemplo, cuenta con solo un centro de salud y una escuela primaria, que brindan servicios de salud y educación no solo a su propia población sino a la de la localidad de Raíces (INEGI, 2010).

Las características de la vivienda, de un total de 1,299 registradas dentro del área protegida, existen 193 con piso de tierra, 1,037 disponen de luz eléctrica y 122 no disponen de este servicio. Solo 1,034 viviendas disponen de agua entubada en tanto que solo 638 disponen de servicios de drenaje y 488 no cuentan con este servicio. Las viviendas particulares que cuentan con luz eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje son 577. Del total de viviendas registradas, ninguna cuenta con servicios de internet (INEGI, 2010).

Con base al grado de marginación, concebida esta como un problema estructural de la sociedad en donde no están presentes ciertas oportunidades para el desarrollo, ni las capacidades para adquirirlas, y que es referida a un espacio geopolítico y territorial específico, con base en los indicadores socioeconómicos y el índice y grado de marginación calculados por el Consejo Nacional de Población CONAPO (2010) dice que de las 14 localidades de las 16 asentadas dentro del área protegida para las que existe en indicador, cinco presentan un muy alto grado y nueve presentan alto grado de marginación.

En su totalidad, las viviendas habitadas de las localidades de Las Jaras, Agua Blanca y San Juan Tepehuixco carecen de energía eléctrica, las viviendas de esta última localidad tampoco cuentan con excusados. El promedio de analfabetismo en todas las localidades es del 17% y alrededor del 30% de la población de 15 años o más no ha concluido la educación primaria. Las localidades de El Baldío Amarillo,

San Juan Tepuhuixco, Dos Caminos y Agua Blanca, presentan un índice de marginación mayor a uno, y ocupan muy bajos lugares respecto al contexto estatal en este indicador, (92, 16, 114 y 93 respectivamente), en contraste con las localidades de Dilatada Sur, La Puerta del Monte, Buenavista y Raíces que presentan un lugar más alto respecto al Estado (CONAPO, 2010).

La utilidad de este indicador radica en que permite identificar que todas las localidades inmersas en el área, presentan carencias y cierto grado de exclusión social. Sin embargo, son cuatro de estas localidades en las que se profundizan la mínima escolaridad, la vivienda inadecuada y los ingresos monetarios no mayores a los dos salarios mínimos, que dependen en mayor proporción del trabajo asalariado. Cabe señalar que este índice detecta una relación estadística positiva entre población en condiciones de analfabetismo o baja escolaridad, e ingresos monetarios reducidos.

3.3 Elementos culturales

Al Nevado de Toluca se le conoce oficialmente como Xinantecatli, nombre de raíz náhuatl, aunque esta denominación no es de uso tradicional como Popocatépetl. Aparece por primera vez en publicaciones de 1854. Romero Quiroz, concluyó que se trató de una derivación de Tzinacantecatli, gentilicio correspondiente al pueblo cercano de Zinacantepec, el Cerro del Murciélago. En testimonios disponibles de la época colonial temprana que se apoyan en evidencias prehispánicas, sólo aparece el nombre de Chicnauhtecatli o la variante Chicnahuitecatli. La voz Chicnauhtecatli está respaldada por dos fuentes muy confiables: la Relación de Temascaltepec, de 1585, y la obra de Fernando de Alva Ixtlilxóchitl de 1625. La primera dice, a mayor abundamiento, que Chicnauhtecatli significa “Nueve Cerros”, el nombre se asocia estrechamente al de Chicnahuapan, “Nueve Aguas” o “Nueve Manantiales”,

topónimo náhuatl del río Lerma, de modo que hay un referente común en ambos (CONANP, 2013).

Se menciona a los matlatzincas como uno de los grupos étnicos que habitó la región del Valle de Toluca; uno de sus centros ceremoniales más importantes fueron los lagos del Sol y de la Luna, donde se hacían ofrendas a Tláloc, Dios de la lluvia. Así mismo se atribuían a sus aguas propiedades para curar a los enfermos (INAH, 2015)

Al fondo de las lagunas se han localizado ofrendas de copal, rayos ceremoniales de madera, y figurillas que contenían estos dos lagos. Al parecer el copal era depositado sobre la superficie de la laguna, este flotaba y posteriormente se hundía variando así su ubicación. Aún en fechas recientes, algunos vecinos devotos de la montaña continúan depositando piezas de copal para garantizar un ciclo climático óptimo para sus labores agrícolas (INAH, 2015).

Tanto en las orillas de los lagos como en su interior, se pueden rastrear restos cerámicos y líticos, tenemos así dos sitios arqueológicos: la Laguna del Sol y la Laguna de la Luna, entre las dos lagunas, el sitio Xicotepec, por encima del Cerro el Ombligo a 4,330 m/nm donde se hallaron gran cantidad de fragmentos de obsidiana verde pertenecientes a navajillas prismáticas y restos de cerámica (INAH, 2015).

De acuerdo con INAH (2015) el Nevado de Toluca como montaña trascendente en el paisaje sirvió como marcador astronómico para los habitantes de Teotenango, que desde el período Epiclásico (600 – 900 d. C.) se asentaron en la región, el centro ceremonial de Teotenango estaba orientado a la puesta del Sol para el equinoccio de primavera, y servía como referencia calendárica para determinar las fases productivas. Otro elemento relevante de la utilización astronómica del Nevado de Toluca es la estela que se encontró en el borde norte del cráter.

3.4 Dinámica económica

Al interior del ANP existen 701 unidades de producción dedicadas a actividades agrícolas y ganaderas, siendo la explotación de équidos, el cultivo de maíz en grano, el cultivo de avena forrajera, la explotación de ovinos y el cultivo de papa, las principales actividades, concentrando el 94.57% de las unidades de producción. Respecto a la actividad agrícola, existen también cultivos de sorgo forrajero, de otras hortalizas y leguminosas, pastos y zacates y cebada en grano, así como actividades ganaderas de explotación de bovinos para leche, carne u otros propósitos y explotación de porcinos en traspatio (CONANP, 2013).

Al desglosar los datos por localidad, ocho unidades de producción registradas para La Lima, dedicadas a la explotación de équidos y maíz en grano, 287 para Dilatada Sur con 11 dedicadas a la avena forrajera, 103 al cultivo del maíz, 118 a explotación de équidos, 36 a explotación de ovinos, dos a bovinos para otros propósitos y cuatro de bovinos para carne, seis al cultivo de papa, cuatro a explotación de porcinos en traspatio, una a la cebada, una a actividades agrícolas combinadas con aprovechamiento forestal y una a leguminosas. Esta última localidad es la que concentra casi el 41% de las unidades de producción dentro del Área de Protección de Flora y Fauna (CONANP, 2013)

También se registran 39 unidades, con 4 para explotación de ovinos, 10 para maíz en grano y 33 para cultivo de maíz. El Capulín Tercera Sección registra 44 unidades con una dedicada a explotación de porcinos en traspatio, una para sorgo, tres para équidos, 22 para cultivo de maíz, 16 para explotación de ovinos y una de bovinos para carne. El Baldío Amarillo registra seis unidades con dos dedicadas al maíz, una a bovinos para carne y tres para ovinos. En Las Jaras se reportan once unidades con cinco dedicadas a bovinos para otros propósitos, una a bovinos para leche, una a cultivo de papa, tres a cultivo de avena y una a maíz.

Para la localidad de El Varal tenemos 12 unidades, dos de cultivo de papa, tres de avena, una de bovinos para leche y seis de explotación de ovinos. En San Juan Tepehuixco existen cinco unidades, una dedicada al maíz y cuatro a explotación de ovinos y para la localidad de Buenavista existen 102 unidades, 63 dedicadas a papa, ocho a ovinos, 17 de explotación de équidos, una de maíz, una de hortalizas, dos de leguminosas y diez de avena (CONANP, 2013).

En Loma Alta existen 73 unidades de producción, en donde 18 corresponden a papa, 14 a avena, una a équidos, una a bovinos para carne, ocho a ovinos, tres a siembra de pastos y zacates, una a hortalizas, dos a explotación de porcinos en traspatio y una a maíz. Cruz Colorada solo reporta tres unidades dedicadas al cultivo de avena, Dos Caminos reporta dos unidades dedicadas al cultivo de papa y Agua Blanca reporta una para explotación de ovinos. Por último, la comunidad de Raíces registra 62 unidades de producción, 30 dedicadas al cultivo de papa, 19 de avena, 10 de ovinos y tres de explotación de équidos (CONANP, 2013).

Las localidades de Buenavista y Raíces concentran el mayor número de unidades de producción de dedicadas al cultivo de la papa con el 72% del total de unidades dedicadas a esta actividad. El cultivo de este tubérculo se ha generalizado dentro del área protegida pues el rendimiento promedio por hectárea cultivada, que es de alrededor de 18 ton/ha, se aproxima bastante a la media nacional que es de alrededor de 20.6 ton/ha, bajo un esquema de costo mínimo de producción por hectárea, lo que ha incentivado a sustituir otros cultivos y a expandir la superficie sembrada (CONANP, 2013).

Respecto a la población ocupada en actividades agrícolas y ganaderas, todas las unidades de producción reportan cultivos o explotaciones que ocupan de una a dos, de tres a cinco, de seis a diez, y de 11 a 30 personas, siendo las actividades de

explotación de ovinos y equidos, cultivo de maíz en grano, cultivo de avena forrajera y explotación de bovinos para carne y leche las que en mayor proporción utilizan entre 11 y 30 personas para realizar la actividad. Cabe resaltar que la superficie dedicada a las actividades agrícolas y ganaderas representa aproximadamente 8,023.06 ha del área protegida, equivalentes a casi el 15.2% de la superficie total (CONAPO, 2010).

Dentro del área protegida se tiene identificados cultivos de frijol y haba pero no existen registros de unidades de producción dedicadas a estas actividades. Lo mismo sucede para chícharos dulces, lechugas, algunas flores y árboles frutales de alto rendimiento.

Por otro lado, respecto al uso de los recursos forestales dentro del ANP, responde a las necesidades de sustento y generación de ingresos de sus habitantes, es decir, autoconsumo y comercialización. Esta explotación forestal se refiere al aprovechamiento de recursos naturales maderables y no maderables del área protegida.

Con base a CONANP (2014) se reportan diferentes usos:

- Alimentación: consumo de especies de hongos que proliferan durante la época de lluvia, así como aprovechamiento de frutas silvestres como el capulín, el tejocote y la zarzamora, esta última también recolectada con fines comerciales. Estas especies complementan la dieta familiar.
- Combustible: material leñoso proveniente de vegetación forestal que no ha sido sujeto a ningún proceso y cuyo origen es el arbolado muerto del área protegida, con fines de satisfacción de necesidades básicas de energía calorífica, vivienda, aperos de labranza y otros usos, sin que existan propósitos o usos comerciales. Las especies vegetales más apreciadas para obtener leña son: *Pinus hartwegii*, *P. pseudostrobus* y *Quercus sp.*, entre

otras. También se reporta la presencia de hornos de carbón, a pesar de que éste no es de gran calidad.

- Salud: con fines curativos, el uso de plantas medicinales es común y tiene un fuerte arraigo entre la población rural del ANP y su zona de influencia.
- Fibras: de la raíz de zacatón (*Muhlenbergia macrorura*), para la producción artesanal de escobas y escobetillas.
- Plantas ornamentales y rituales: especies como el oyamel, el gallito, el musgo y el heno, durante la época decembrina. Otras especies como los helechos y los conos de pino son utilizadas todo el año. Respecto a los rituales tradicionales, el oyamel y el pericón tienen gran aceptación. Asimismo, se usan algunas especies de hongos con fines ceremoniales.
- Plantas forrajeras: principalmente en áreas de pastizales y dentro de la zona arbolada. Se trata de gramíneas y leguminosas usadas como fuente de alimento para los animales por considerárseles de alto valor nutrimental.
- Extracción de suelo: de la llamada “tierra de hoja” y “tierra negra”, para comercialización junto con otras especies de ornato.
- Extracción de árboles jóvenes para el uso de estacas en la floricultura y horticultura: con fines de propagación de vegetación, así como para la separación física de cultivos.
- Silvicultura: especies maderables como actividad tradicional que ocupa un lugar importante en la economía de las poblaciones del área y constituye la fuente principal de ingresos para un número importante de familias. La extracción de leña se da principalmente de las especies oyamel, pino, aile y encino con fines comerciales para la fabricación de muebles, carbón vegetal y para la construcción. Cabe señalar que esta actividad ha fomentado la especialización en el diseño y uso de herramientas de tala, así como de los métodos de traslado del producto. Estos aprovechamientos se han dado de forma irregular dentro del área, causando un deterioro significativo de la cobertura forestal a lo largo de los años.

- Las actividades extractivas de recursos no renovables se distribuyen en diversos puntos de la superficie del ANP. Solo La Mina Las Lágrimas en el municipio de Temascaltepec, opera bajo un programa autorizado de cierre de actividades y rehabilitación de terreno, supervisado por la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de México.
- Las explotaciones de tepojal, se ubican principalmente en las laderas sur, sureste y este, siendo aprovechamientos itinerantes, temporales, sin supervisión, ni regulación, ni autorización alguna. La extracción de los materiales referidos ha intensificado los procesos erosivos en las laderas del volcán, incluyendo la aceleración del mismo en los arroyos del área protegida. Los aprovechamientos han promovido así mismo, la apertura de vías de acceso: carreteras pavimentadas, terracerías, veredas y brechas, con la remoción de cobertura de vegetación.

Además destaca el turismo como una actividad económica relevante en el ANP. Las prácticas turísticas se ubican principalmente en las laderas norte y noreste, aunque se registra algún tipo de actividad en casi todas las localidades del Nevado de Toluca, debido a que es un atractivo natural no sólo del Estado de México, sino del país. Tradicionalmente ha generado el desplazamiento de visitantes atraídos por las nevadas que se registran, además de su belleza paisajística centrada en sus bosques, arroyos, cráter y lagos.

No existe un reporte sobre el número de sus visitantes al Nevado de Toluca, ya que el único registro se lleva a cabo en el retén de acceso al cráter para verificar que el número de personas que desciende sea el mismo que subió. Con base a SEMARNAT (2016) cada año, entre diciembre y febrero se registra la máxima afluencia en promedio 8,000 personas al mes debido a las nevadas que se presentan. En contraparte, mayo, junio y septiembre son los meses con menor número de usuarios.

- a) El Mapa: es un sitio de lomeríos, el segundo más visitado por su fácil acceso, pues se encuentra prácticamente a pie de carretera (en el km 23 de la vía Toluca-Temascaltepec). Posee arroyos de origen intermitente y uno permanente, aunque de escaso escurrimiento; su vegetación es predominantemente de pino con algunos manchones de oyamel y aille. Ocupa un área de valle con pendientes suaves que facilitan actividades como juegos de pelota, caminatas, paseos a caballo y días de campo, a pesar de que en el sitio no existe ningún tipo de equipamiento. La mayoría de visitantes sólo permanece unas horas.

- b) Dos Caminos: se ubica en el km 18 de la carretera Toluca-Temascaltepec, justo en el entronque que lleva hacia el Parque de los Venados y finalmente al cráter. Este lugar abarca dos comunidades: La Puerta y San José Contadero. Aunque en ambas se registra afluencia de visitantes, la mayoría se concentra en San José Contadero. Pese a que el área no dispone de equipamiento turístico, la gran mayoría de personas realiza días de campo, practica juegos de pelota, descansa y realiza recorridos en bicicleta y a pie por los alrededores.

- c) Parque de los Venados: está ubicado 4 km hacia dentro del km 18 de la carretera Toluca- Temascaltepec. Es la principal área acondicionada, al disponer de mesas, bancos y asadores, por lo que registra la mayor concentración de visitantes. Habitualmente pobladores de las cercanías ofrecen “gorditas”, dulces y paseos a caballo. Carece de sanitarios, servicio que es ofrecido por el hotel posada familiar ubicado a unos metros de la entrada del ANP. Esta posada cuenta con 12 habitaciones, baños, agua caliente, cocina, chimenea y un área de acampado. Carece de energía eléctrica en un esfuerzo por mantener la quietud del sitio.

Imagen 5



Fuente: Obtenidas en recorrido de campo (2017)

Imagen 6



Fuente: Obtenidas en recorrido de campo (2017)

Imagen 7



Fuente: Obtenidas en recorrido de campo (2017)

- d) Albergue ejidal: ubicado a 2 km del parque de los venados. Consta de dos alas, cada una con su chimenea, 64 literas en total distribuidas en 16 habitaciones, servicios de gas y eléctrico; los usuarios deben portar sus propios alimentos y utensilios. Este albergue y el Parque de los Venados son

administrados por el Comisariado Ejidal de San Juan de las Huertas. Su vigilancia es nula y sus condiciones no son buenas.

Imagen 8



Fuente: Obtenidas en recorrido de campo (2017)

- e) El Cráter: localizado a 3 km del Parque de los Venados, a 4,100 msnm. Se llega tras recorrer un camino de terracería con varias curvas; la presencia de pinos que flanquean el camino va disminuyendo conforme se va subiendo. En el acceso se ubica otra posada familiar con siete literas en una sola habitación; dispone de una pequeña parilla para elaborar los alimentos que porta cada huésped, sus condiciones no son buenas. El Cráter tiene pendientes muy fuertes, pero también laderas suaves con zacatonal alpino y musgos; el terreno es plano, cubierto de roca.

En el cráter se encuentran los lagos del Sol y la Luna, separados uno de otro por unos 500 m. A un costado del primer lago que es el más grande inician las elevaciones para ascender a las partes altas del Cráter. Las elevaciones conocidas como El Pico del Águila y El Pico del Fraile son propicias para la práctica del alpinismo. El sitio carece de equipamiento turístico, en los últimos tiempos se ha cerrado el acceso a los vehículos automotores y no se permite la introducción de alimentos.

Imagen 9



Imagen 10



Fuente: Obtenidas en recorrido de campo (2017) Fuente: Obtenidas en recorrido de campo (2017)

- f) Parque Ejidal Cacalomacán: inaugurado en 2003 y cuenta con una superficie total de 244 ha ubicadas en el ejido de Cacalomacán, perteneciente al municipio de Toluca. Aunque su territorio se encuentra dentro del polígono del ANP, no se le identifica como parte de éste por dos razones principales: su relativa lejanía con el resto de sitios y por su reciente creación. En este sitio, cuya vegetación está constituida básicamente por bosques de cedro con manchones de bosque mixto de pino-encino, cuenta con cuatro cabañas, cada una con dos literas y un fogón, para el cual se proporciona a los visitantes una brazada de leña. También hay un área de campamento con plataformas, refugios y sanitarios; área para días de campo con asadores, bancas, mesas, palapas, juegos infantiles y estacionamiento. Un aspecto innovador son sus sanitarios ecológicos “secos” que no requieren drenaje. A quienes acampan se les ofrece un recorrido con un guía turístico por los parajes Helipuerto y la Poza del Diablo, donde hay un manantial en la parte baja. En La Víbora, La Placa y La Pedrera, se ubica una cañada con pendientes de más de 50° donde se practica rappel. Los usuarios pueden recorrer las veredas especializadas para caminata, ciclismo de montaña y cabalgata.

- g) Loma Alta-Raíces-La Ciénega: se localiza en un valle intermontano, rodeado en su parte norte por el cerro La Ciervita; hacia el oeste con el cerro La Caldera y otra elevación sin nombre y hacia su parte este, sureste y sur, por lomas suaves sobre las que se asientan las localidades de Raíces y Loma Alta. La Ciénega es alimentada por un manantial y da origen a pequeños arroyos intermitentes; muy cercana a esta comunidad se encuentra una pesquería de trucha que es una empresa familiar. Por su belleza paisajística el sitio empieza a ser reconocido por algunos visitantes que pescan trucha, pero ante las condiciones poco higiénicas del sitio destinado para cocinarlas, optan por llevarse el producto crudo. Las actividades turísticas son incipientes, principalmente caminatas y descanso en sus espacios naturales.

Imagen 11



Imagen 12



Fuente: Obtenidas en recorrido de campo (2017) Fuente: Obtenidas en recorrido de campo (2017)

El ANP, cuenta con infraestructura como tres casetas de control dentro de la poligonal, la primera de ellas situada en el paraje denominado “Parque de Los Venados” y administrada por el ejido de San Juan de las Huertas, municipio de Zinacantepec, la cual opera irregularmente; la segunda es una caseta tipo pluma por donde se accede al cráter y que es operada por la CEPANAF y la tercera en el paraje conocido como “La Puerta”, operada por Protectora de Bosques del Estado de México (PROBOSQUE).

Existen dos torres transmisoras de microondas en las inmediaciones del cráter, mismas que son administradas por la Dirección General del Sector Público y Telecomunicaciones de la SCT; asimismo, hay una instalación relativamente reciente de líneas de transmisión eléctrica conectadas a un transformador, la cual parte desde el acceso de terracería al cráter, siguiendo parcialmente tramos de dicha terracería e internándose por el bosque hasta las instalaciones del Ejército Mexicano, 2 km antes de la pluma de acceso.

Se cuenta con instalaciones para el combate de incendios, ubicadas sobre la carretera a Sultepec existe un campamento forestal administrado por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), el cual se encuentra en ruinas; otro más, después de la pluma de control en dirección hacia el cráter, equipado con una torre de detección de incendios ubicada en los límites de los municipios de Toluca y de Calimaya, desde la cual se visualizan unas 150,000 ha hacia el Valle de Toluca; este último es operado por PROBOSQUE.

Dentro del ANP existen caminos, entre las que destacan los tramos correspondientes a las carreteras: Toluca-Temascaltepec; Toluca-Sultepec; Toluca-Amanalco y numerosos de caminos de segundo orden, brechas y veredas que en su mayoría fueron construidos por el entonces Protectora e Industrializadora de Bosque (PROTINBOS) actualmente PROBOSQUE.

El desarrollo del turismo en el ANP de forma sustentable y con fines de conservación ambiental es necesario para la integración tanto para la población de la ciudad de Toluca así como para las localidades que dependen directa e indirectamente del parque. Siendo la propuesta de senderos interpretativos una estrategia viable para generar una derrama económica en beneficio de la población y la conservación del Nevado de Toluca.

Capítulo 4. Diagnóstico del turismo en el ANP Nevado de Toluca

El capítulo aborda el diagnóstico del turismo en el Nevado de Toluca, a partir de la delimitación del ANP, la zonificación del parque así como las actividades permitidas en cada zonificación. En materia de turismo se muestran los sitios de interés turístico en el Nevado de Toluca. También muestra ejemplos de las actividades que desarrollan los actores sociales para el aprovechamiento turístico. Considerando a la población local se muestran encuestas y entrevistas realizadas a los ejidatarios así como al sector público que brinda apoyo en el ANP. Finalmente se muestra un estudio de la capacidad de carga física y real de los senderos delimitados y un FODA para valorar las aptitudes del parque.

4.1 Aprovechamiento recreativo de recursos naturales y culturales.

Sin duda alguna el principal atractivo y el icono representativo del Nevado de Toluca son sus lagos del Sol y de la Luna cuyas tonalidades crean efectos luminosos durante los días soleados, así como el bosque que adorna las faldas del volcán donde se pueden realizar recorridos de senderismo adentrándose en lo profundo de él, también es posible comer platillos típicos que en algunos casos la materia prima es extraída directamente del ANP.

El programa de manejo del ANP Nevado de Toluca (CONANP, 2016) delimita sub zonas de uso restringido, así como sub zonas que permiten el aprovechamiento sustentable de los recursos y el aprovechamiento turístico. Las sub zonificaciones consideran aspectos para su delimitación y las actividades permitidas para cada sub zona:

a) Uso restringido el cráter

En esta sub zona se incluyen las superficies dentro de la zona núcleo del ANP donde las prácticas de actividades de turismo de bajo impacto ambiental son compatibles con acciones para mantener las condiciones actuales de los ecosistemas, e incluso mejorarlas.

Las actividades permitidas dentro de la zona uso restringido son: la colecta científica de ejemplares de la vida silvestre, colecta científica de recursos biológicos forestales, construcción de infraestructura exclusivamente para las acciones de investigación científica y monitoreo ambiental y operación del área natural protegida, educación ambiental que no implique modificaciones de las características o condiciones naturales originales, investigación científica no invasiva y monitoreo del ambiente, mantenimiento de caminos ya existentes, siempre y cuando no se pavimenten ni se modifiquen sus condiciones actuales, mantenimiento de la infraestructura fija existente, obras de conservación de suelos que no modifiquen el paisaje original, restauración de ecosistemas y reintroducción de especies nativas, tránsito de vehículos de uso particular por el camino principal hasta la pluma y exclusivamente en el exterior del cráter, turismo de bajo impacto ambiental, que no implique modificaciones de las características o condiciones naturales originales SEMARNAT (2016).

b) Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales áreas forestales

En esta sub zona se incluyen las superficies dentro de la zona de amortiguamiento del APFF Nevado de Toluca que presentan bosques de densos y semi-densos de pino y oyamel en pendientes menores a 40%, condición que permite que puedan ser aprovechados, siempre que se efectúe bajo esquemas de aprovechamiento sustentable.

Las actividades permitidas en esta zona son: actividades productivas de bajo impacto ambiental, colecta científica de ejemplares de la vida silvestre, colecta científica de recursos biológicos forestales, educación ambiental, fotografía o captura de imágenes o sonidos por cualquier medio con fines culturales y de investigación, investigación científica y monitoreo ambiental, manejo forestal, exclusivamente acciones y procedimientos que tienen por objeto la protección, la conservación, la restauración y servicios ambientales de un ecosistema forestal, mantenimiento de caminos ya existentes, siempre y cuando no se pavimenten ni se modifiquen sus condiciones actuales, obras de conservación de suelos que no modifiquen el paisaje original, restauración de ecosistemas e inducción de la regeneración natural SEMARNAT (2016).

c) Uso público áreas de turismo sustentable

En esta sub zona se incluyen las superficies dentro de la zona de amortiguamiento del ANP Nevado de Toluca que presentan atractivos naturales para la realización de actividades de recreación y esparcimiento, y donde actualmente ya se desarrollan actividades recreativas y que tienen algún tipo de infraestructura de apoyo al turismo. (Ver mapa 8)

Los sitios de interés turístico dentro del ANP de acuerdo con la sub zonificación son:

- Parque ecoturístico ecológico ejidal Cacalomacán: comprende instalaciones ejidales para uso de los visitantes, tales como tirolesa de 100 metros, ruta de ciclismo, casetas de vigilancia, cabañas acondicionadas con un sistema de captación de agua de lluvia, luz generada por paneles solares, boiler,, estufa ahorradora de leña, baño seco con regadera, chimenea, cocina, mesas, bancos, estantería, recámaras con guardarropa y terraza; un centro de

visitantes; módulos de sanitarios, refugios con literas, plataformas para acampar, palapas con asador y fogateros, estacionamiento, zona de lavadero, zona de juegos infantiles.

- El mapa: Se trata de una zona de lomeríos rodeado de bosques, una zona de pendientes suaves que, por su accesibilidad, tradicionalmente ha sido un área de recreación (días de campo, senderismo, cabalgata) con importante afluencia de visitantes en fin de semana. No existe ningún tipo de equipamiento, salvo la habilitación improvisada de un área de estacionamiento, por lo que habitualmente la permanencia de los visitantes se limita a solo unas cuantas horas. Asimismo, presenta caminos de acceso de terracería.
- La Canoa: corresponde a una unidad deportiva donde se fomenta la convivencia de las familias, que cuenta con canchas de futbol soccer, canchas de basquetbol, cancha de futbol rápido, y palapas con mesas, bancos y asadores, rodeados por superficies agrícolas y relictos de bosques. Asimismo, presenta caminos de acceso de terracería.
- Laguna Seca: es un valle natural cubierto de pastizales y superficies de bosques de oyamel y ocote. Asimismo, presenta caminos de acceso de terracería.
- La Ciénega: se trata de un centro eco turístico cuyo principal propósito es la extracción y consumo de trucha cuyas instalaciones constan de estanques para piscicultura, una serie de asadores, área de consumo de alimentos, baños secos, cabelleriza y área de recorrido a caballo, así como una Unidad de Conservación para la Vida Silvestre de venado cola blanca. Asimismo, presenta caminos de acceso de terracería.
- Parque Ecoturístico de los Bienes Comunes de Calimaya: comprende una cancha de futbol soccer, palapas con mesas, bancos y asadores, área de juegos infantiles y una amplia área de estacionamiento, conocida como el Helipuerto. Asimismo, presenta caminos de acceso de terracería. Este

polígono se encuentra en un entorno de bosques de ocote, pino amarillo, pino chino, pino, ocote y la especie conocida localmente como cedro blanco.

- Parque de los Venados. Es una de las principales áreas acondicionadas para la actividad turística del ANP, el cual es administrado por el Ejido de San Juan de las Huertas, dispone de caseta de acceso hacia el cráter, palapas con mesas, bancos, asadores, juegos infantiles, baños públicos, un centro de educación ambiental, área de acampado, y cuenta con un hotel-posada familiar con habitaciones con servicios básicos, excepto energía eléctrica; también existe venta de alimentos y servicio de renta de caballos, así como una Unidad de Conservación para la Vida Silvestre de venado cola blanca. Así mismo presenta bosques de ocote, pino amarillo, pino chino flanqueado por un par de corrientes. Es el área con mayor afluencia de visitantes del ANP, y por ende la más afectada por vehículos automotores, acumulación de basura, vertimiento de residuos en las corrientes, oferta de servicios en forma desordenada, desaparición del sotobosque, lo que ha ocasionado áreas erosionadas.
- Centro Acuícola Calimaya: el parque comprende instalaciones para la crianza y distribución de trucha, como estanques para piscicultura, oficinas. Asimismo, presenta caminos de acceso de terracería. Esta sub zona comprende superficies con cubierta vegetal donde actualmente se desarrollan actividades turísticas de bajo impacto ambiental (SEMARNAT, 2016).

Las actividades permitidas en esta sub zonificación son: campismo, colecta científica de ejemplares de la vida silvestre, colecta científica de recursos biológicos forestales, construcción de infraestructura exclusivamente para el desarrollo de servicios de apoyo al turismo de bajo impacto ambiental, la investigación y monitoreo ambiental, operación del área natural protegida y la educación ambiental, educación ambiental, encender fogatas, establecimiento de Unidades de Manejo

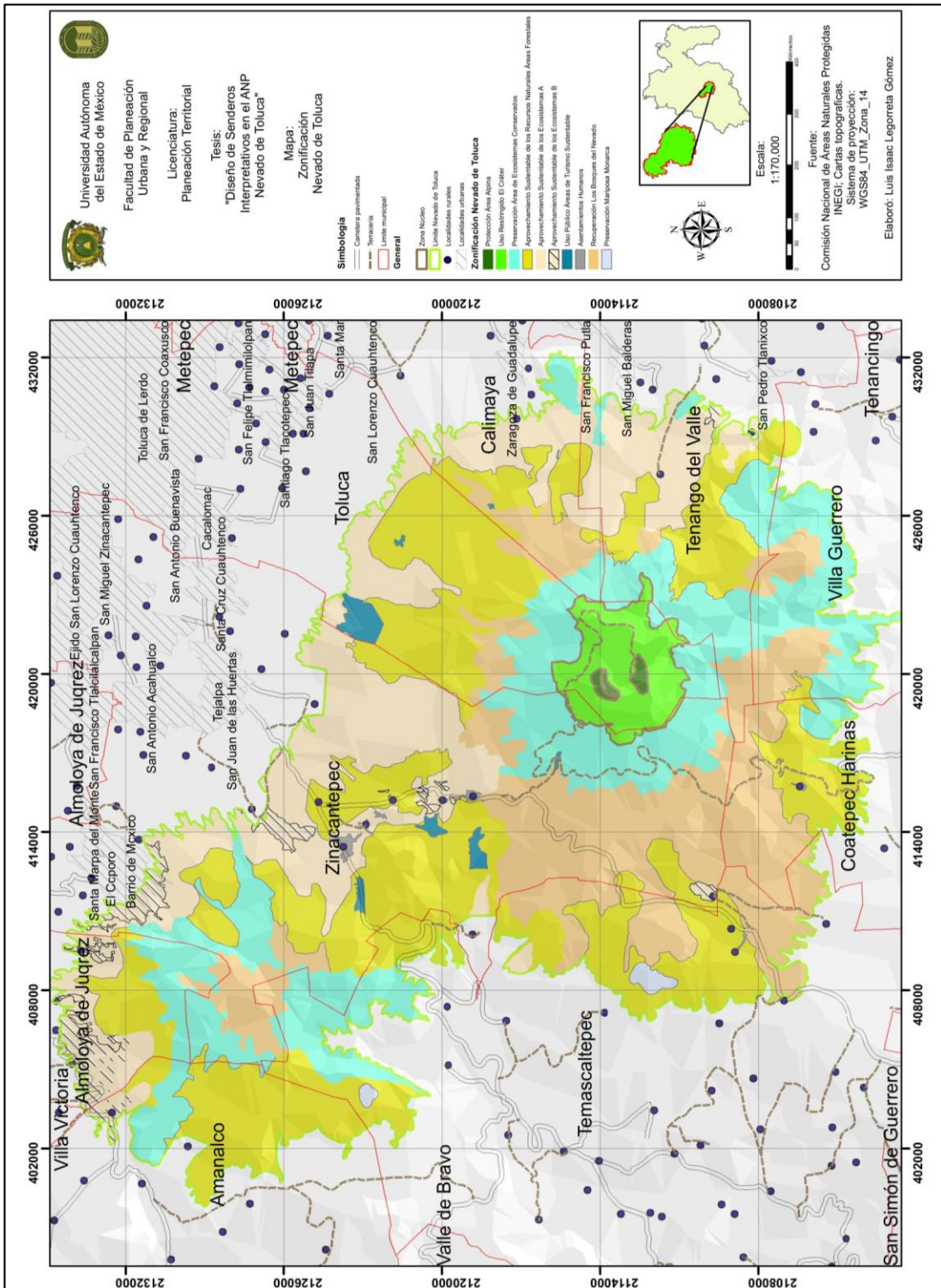
para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) con fines de conservación, fotografía o captura de imágenes o sonidos por cualquier medio, investigación científica y monitoreo ambiental, manejo forestal, exclusivamente acciones y procedimientos que tienen por objeto la protección, la conservación, la restauración y servicios ambientales de un ecosistema forestal, mantenimiento de la infraestructura existente, obras de conservación de suelos que no modifiquen el paisaje original, restauración de ecosistemas y reintroducción de especies nativas, turismo de bajo impacto ambiental, venta de alimentos y artesanías (SEMARNAT, 2016). (Ver mapa 7)

d) Recuperación los bosques del Nevado

En esta sub zona se incluyen las superficies dentro de la zona de amortiguamiento del APFF Nevado de Toluca donde los recursos naturales han resultado severamente alterados o modificados y que serán objeto de programas de recuperación y rehabilitación. (Ver mapa 8)

Las actividades permitidas son las siguientes: colecta científica de ejemplares de la vida silvestre, colecta científica de recursos biológicos forestales, educación ambiental, fotografía o captura de imágenes o sonidos por cualquier medio, investigación científica y monitoreo ambiental, manejo forestal, exclusivamente acciones y procedimientos que tienen por objeto la protección, la conservación, la restauración y servicios ambientales de un ecosistema forestal, mantenimiento de brechas y caminos, siempre y cuando no se pavimenten ni se modifiquen sus condiciones actuales, obras de recuperación de suelos, señalización con fines de manejo y operación (SEMARNAT, 2016).

Mapa 8: Zonificación Nevado de Toluca



Fuente: Elaboración propia con base a CONANP (2013)

4.2 Actores sociales que intervienen en el aprovechamiento turístico

La identificación de los actores locales que intervienen en el ANP Nevado de Toluca funge para analizar la organización del parque. Tanto de los ejidatarios que administran el parque de los venados como los encargados del cráter designados por CEPANAF y policías de alta montaña para mediar las actividades permitidas dentro de la zona núcleo. Otro factor que se considera es el sector privado que a través de redes sociales hacen llegar los eventos organizados para visitar el parque. De este modo al conocer los diferentes actores que intervienen en el ANP se puede estipular el desarrollo de la propuesta de senderos interpretativos. Identificando el interés de los actores involucrados para la implementación de senderos interpretativos dentro del ANP mediante la aplicación de encuestas y entrevistas.

4.2.1 Sector público

La SEMARNAT es la dependencia de gobierno que tiene como propósito fundamental, constituir una política de Estado de protección ambiental, que revierta las tendencias del deterioro ecológico y sienta las bases para un desarrollo sustentable en el país. A través de una visión que busca que exista un país en el que todos abriguen una profunda y sincera preocupación por cuidar y conservar todo cuanto la naturaleza ha dado a nuestra patria, conciliando el genio humano con el frágil equilibrio de los demás seres vivos y su medio ambiente para alcanzar el desarrollo sustentable. Se encarga de incorporar en los diferentes ámbitos de la sociedad y de la función pública, criterios e instrumentos que aseguren la óptima protección, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales del país, conformando así una política ambiental integral e incluyente que permita alcanzar el desarrollo sustentable, coordina la parte administrativa y manejo del ecosistema, así como la supervisión de las acciones que se realicen dentro del mismo (CONABIO, 2017)

Por otra parte, la CONANP es la institución responsable de salvaguardar las áreas con mayor biodiversidad en México, promueve la preservación de 26 millones de hectáreas (lo equivalente al 13% de la superficie del país). Tiene como objetivo prioritario reconocer la importancia de las comunidades rurales e indígenas para la conservación de la biodiversidad, por lo que se promueve su participación en el manejo y conservación de las ANP (CONANP, 2016).

La SEMARNAT con apoyo de la CONANP y con base en la LGEEPA el 21 de octubre de 2016 dieron a conocer el resumen del acuerdo del Programa de Manejo del Área Natural Protegida con categoría de APFF donde muestran los lineamientos correspondientes para el aprovechamiento óptimo del ANP, así como los lugares permitidos para la ejecución del turismo en el polígono delimitado. La CONANP ha apoyado en la difusión, apoyo a los ejidos y comunidades para la conformación de expedientes y el seguimiento de casos específicos en el Comité Técnico Nacional. Así mismo ha logrado atraer recursos para el programa de pago por servicios ambientales, para generar desarrollo regional sustentable, beneficiando directamente a los habitantes de las ANP y consolidando en estas comunidades el valor de la conservación para el sostenimiento y continuidad dichos los servicios.

Otra dependencia pública del gobierno Federal que interviene en el manejo del ANP es la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), cuyo objetivo es apoyar, promover y desarrollar la conservación y la restauración de los bosques de México, así como participar en la silvicultura sostenible. Con base en la página oficial de la dependencia, en este año CONAFOR 2plantó 748 mil árboles en el ANP Nevado de Toluca que equivale a 680 ha. (CONAFORT, 2017).

Por su parte, el Gobierno del Estado de México, participa a través de la CEPANAF, organismo público descentralizado, el cual es encargado de proteger, conservar y preservar las áreas naturales y la fauna de la entidad. Algunas de sus funciones

son: a) elaborar y proponer programas y acciones para crear, proteger, fomentar, conservar, y utilizar racionalmente los recursos renovables de flora y fauna, comprendidos dentro de las áreas declaradas como parques naturales de creación popular y en los zoológicos establecidos dentro del territorio del Estado; b) proponer al Ejecutivo del Estado la creación o ampliación de parques y de reservas de flora y fauna, así como de zoológicos; c) vigilar y controlar los parques estatales, áreas naturales protegidas, reservas y zoológicos con arreglo en las disposiciones legales en la materia; d) administrar los parques federales concesionados por las autoridades federales al Estado. En el ANP Nevado de Toluca, la CEPANAF establece las tarifas para el acceso al parque las cuales no se recaban ya que los administrados del parque son los ejidatarios CEPANAF (2017). Así mismo el polígono de uso restringido el Cráter delimitado por SEMARNAT (2016) es administrado por CEPANAF dependencia.

En 2017 se instauró un fideicomiso para el pago de servicios ambientales hidrológicos del Estado de México con un capital semilla de \$30 millones de pesos autorizados por el Ejecutivo del Estado; en los años subsecuentes, desconociendo la cantidad exacta correspondiente para el ANP Nevado de Toluca (PROBOSQUE, 2016).

Imagen 13

Imagen 14



Fuente: Obtenidas en trabajo de campo (2016)



Fuente: Obtenidas en trabajo de campo (2016)

4.2.2 Actores locales

Con la finalidad de analizar el interés de implementar senderos interpretativos en el ANP Nevado de Toluca por parte de los actores locales se aplicaron diversas entrevistas a representantes de la comunidad de San Juan de las Huerta y trabajadores del Nevado de Toluca (véase anexos). Por un lado, se identificaron características socio demográficas de los actores locales considerando su lugar de origen, localidad, edad y si formalmente está reconocido como ejidatario. Además, se plantearon preguntas respecto a la organización local a partir de la administración, organización y sus funciones dentro del parque. Se hicieron preguntas respecto al ANP Nevado de Toluca como el conocimiento del programa de manejo y las actividades permitidas dentro del parque.

Imagen 15



Fuente: Obtenidas en trabajo de campo (2016)

Imagen 16



Fuente: Obtenidas en trabajo de campo (2016)

Imagen 17



Fuente: Obtenidas en trabajo de campo (2016)

Imagen 18



Fuente: Obtenidas en trabajo de campo (2016)

Se identificaron las características del desarrollo del turismo considerando que tipo de servicios son los que se ofertan, si han recibido algún apoyo para realizar sus actividades y que tipo de servicios considera que son necesarios en el ANP. Respecto a la percepción del turismo se consideró necesario comprender cuales es la opinión del turismo, los beneficios y desventajas del turismo y cuáles son los principales impactos ambientales que genera. Así mismo se trató de identificar la percepción que tienen respecto al turismo.

Finalmente fue necesario conocer la opinión de la población local respecto a la implementación de senderos interpretativos en el ANP considerando las condiciones en que se encuentran los señalamientos del Nevado de Toluca, también se preguntó si consideran una herramienta útil implementar senderos interpretativos dentro del parque, y de ser así si les gustaría participar en su implementación y de qué forma, también se preguntó si están de acuerdo con que sea implementado por la localidad. Considerando los lugares más emblemáticos del parque se preguntó cuáles son los preferidos por ellos y cuanto debería de costar un recorrido en senderos interpretativos, se encuestaron a 2 ejidatarios de San Juan de las Huertas, cabe señalar que uno de los ejidatarios es el presidente ejidal de vigilancia y a dos policías de alta montaña de la policía del estado de México.

Respecto a los resultados obtenidos, destaca que la administración del parque cambia cada 3 años y existe un Comité que se encarga de nombrar a los representantes y equipo de trabajo de cada administración, actualmente son 12 ejidatarios que les corresponde administrar el parque. El límite de terreno de San Juan de las Huertas corresponde a la entrada de terracería principal hasta el punto conocido como las antenas. Durante el periodo de la administración actual, solo han recibido apoyo de gobierno mediante la modalidad llamada pagos por servicios ambientales, que son una clase de instrumentos económicos diseñados para dar incentivos a los usuarios del suelo, de manera que continúen ofreciendo un servicio ambiental (ecológico) que beneficia a la sociedad como un todo (*Center for International Forestry Research, 2016*). En algunos casos, los pagos buscan que los usuarios del suelo adopten prácticas de uso que garanticen la provisión de un servicio en particular.

Los servicios que ofertan los ejidatarios se encuentran en el Parque de los Venados y consisten en sanitarios, hospedaje y una zona de alimentos, también se pueden encontrar mesas bancos, así como un área recreativa para los niños. Los servicios

que faltan de acuerdo con los entrevistados, se enfocan al limitado número de sanitarios en época de nieve, ya que los actuales no son suficientes para satisfacer la demanda, así como el servicio de ellos y senderos para los visitantes.

Por otra parte, respecto a la opinión del turismo por parte de la población local, destaca una percepción buena, debido a que los visitantes generan una derrama económica al visitar el parque, cada automóvil que ingresa al ANP aporta un apoyo económico de \$35 pesos que permite el mantenimiento del área. Pero también sobre salen como las principales desventajas la generación de residuos sólidos (basura), la erosión al ingresar con vehículos en el parque, así como al transitar hasta el refugio llamado “la pluma” y el ingreso al cráter, la presencia de mascotas, el ruido de las motocicletas y el inadecuado manejo de fogatas propensas a generar incendios forestales.

Otro problema común que se genera en el ANP es el extravío de visitantes que a lo largo de la administración actual han sido dos incidentes en siete meses, siendo la época invernal donde se suscitan el mayor número de extravíos. Si bien se cuenta con presencia de la policía estatal de alta montaña, cuya función es mantener el orden y preservar la seguridad e integridad de los visitantes, e incluso son los primeros en brindar auxilio en caso de un incidente, los visitantes ocasionales no toman las medidas necesarias para visitar el parque y se exponen a sufrir accidentes por culpa del clima o su escasa información de cómo vestir y actuar en un lugar con las condiciones climáticas como el Nevado de Toluca. Los únicos visitantes responsables, son los alpinistas y senderistas que practican el deporte frecuentemente.

En el tema de señalización al interior del parque, destaca su limitada presencia y deterioro, pues una vez ingresado en el Parque de los Venados, solo existe un señalamiento para acceder al cráter, y si es que los usuarios quieren subir a pie no

existe señalamiento en el sendero existente. Por lo tanto se considera positivo la implementación de senderos interpretativos en el ANP ya que es necesaria para el adecuado aprovechamiento turístico, preservación del entorno y la propia seguridad de los visitantes. Sobresale que la población local, estaría dispuesta a contribuir con trabajo siempre y cuando sea dentro del periodo en el que se encuentra trabajando en el ANP.

Los actores locales señalan la implementación de senderos al interior del parque, que no debería de tener un costo adicional, pues podría ser una atracción más dentro del Nevado de Toluca, al tiempo de facilitar el control de los lugares permitidos y restringidos para los visitantes, así como evitar accidentes o extravíos de personas en el ANP.

4.2.3 Visitantes

Para conocer las características de los usuarios y visitantes del APFF Nevado de Toluca, se realizó una encuesta (véase anexos) con el propósito de analizar la importancia de implementar senderos interpretativos con la opinión de los usuarios. (Ver imágenes 4-11)

Imagen 19



Fuente: Obtenidas en trabajo de campo (2016)

Imagen 20



Fuente: Obtenidas en trabajo de campo (2016)

Imagen 21



Fuente: Obtenidas en trabajo de campo (2016)

Imagen 22



Fuente: Obtenidas en trabajo de campo (2016)

La encuesta señala que de los 150 entrevistados 45 provienen de Toluca, 5 de Metepec, 1 de Zinacantepec, 82 procedentes de la CDMX y 17 provienen de otro lugar principalmente municipios cercanos, aunque también se registran otros visitantes de Jalisco, Michoacán y Morelos, por lo que es el mayor número de visitantes proviene de la capital del país. La nacionalidad de los visitantes es de 145 con nacionalidad mexicana y 5 indicaron provenir de otro país, esencialmente de Estados Unidos. 105 de los encuestados dijo ser soltero y los otros 45 dijo ser casado, además el mayor número de visitantes 77 cuenta con la edad promedio de 18-28 años, de 29-38 se registraron 31 personas, en tanto que en el rango de 39-48 años son 24 y 10 respondieron ser menores de edad. Los encuestados manifestaron ser en su mayoría estudiantes con 105 respuestas y 40 empleados. 5 respondieron otro. De esta forma los principales visitantes del Nevado de Toluca son jóvenes interesados en realizar actividades al aire libre de convivencia familiar y entre amigos, así como la práctica de actividades deportivas.

Imagen 23



Fuente: Obtenidas en trabajo de campo (2016)

Imagen 24



Fuente: Obtenidas en trabajo de campo (2016)

Imagen 25



Fuente: Obtenidas en trabajo de campo (2016)

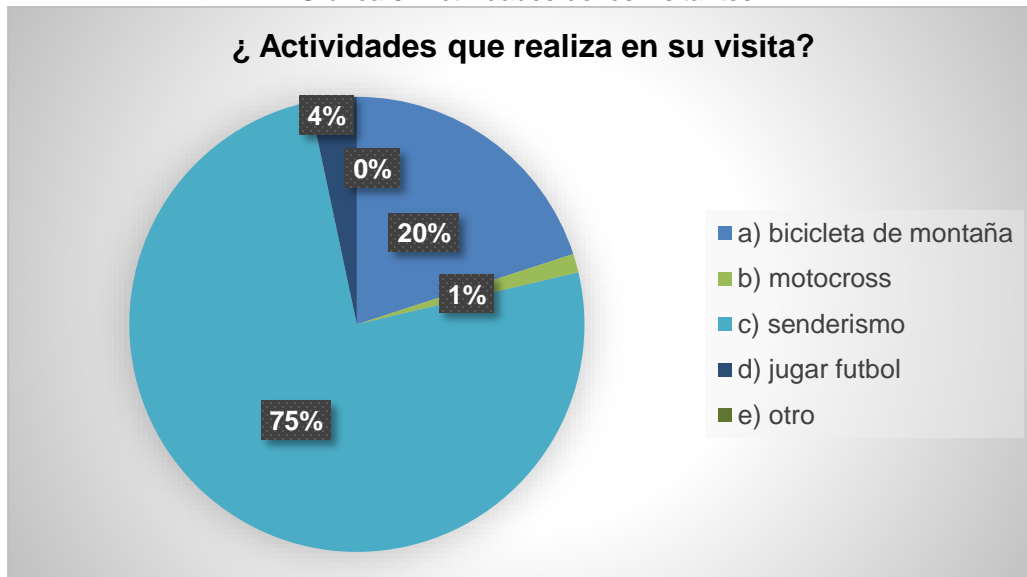
Imagen 26



Fuente: Obtenidas en trabajo de campo (2016)

Respecto al medio de acceso 102 respondieron venir en auto particular, 21 en un autobús rentado, 5 en motocicleta y 22 en autobús de servicio público. El mayor número de encuestados respondió venir acompañado de amigos los cuales fueron 96, 22 en familia, 16 en grupo, 14 en pareja y venir solos respondieron 2 personas. 101 de los encuestados respondió que se quedarían todo el día, 47 entre 1 y 3 horas y 2 menos de una hora. El motivo de la visita de los usuarios del ANP en su mayoría es recreación de los cuales respondieron 91, realizar ejercicio respondieron 55 personas, cultura respondieron 2 e investigación de igual manera 2.

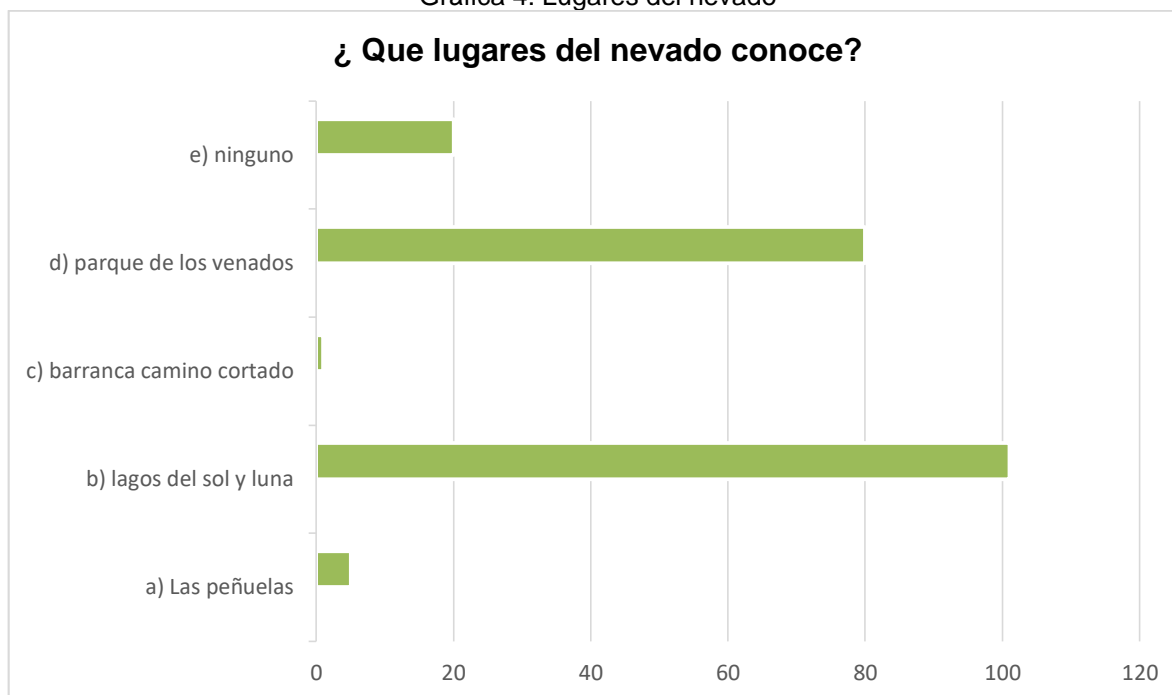
Gráfica 3: Actividades de los visitantes



Fuente: Con base a trabajo de campo (2016)

Las principales áreas en las que los visitantes realizan actividades de esparcimiento son las destinadas a uso público como el parque de los venados el segundo albergue alpino y el cráter del volcán. De esta forma en la gráfica de actividades que realiza en el ANP se puede apreciar que la mayor parte de la población practica senderismo, por veredas que no están adecuadamente señalizadas y que propician su desplazamiento por cualquier área, bicicleta de montaña generalmente en grupos y en mejor proporción otras actividades deportivas.

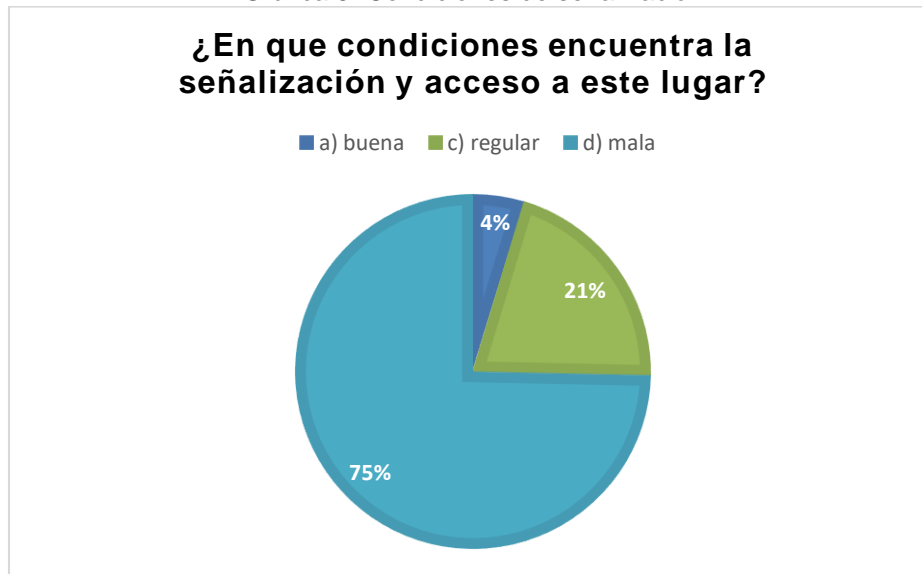
Gráfica 4: Lugares del nevado



Fuente: Con base a trabajo de campo (2016)

La mayor parte de la población que visita en ANP conoce en primera instancia los lagos del sol y la luna, a los cuales se accede después de atravesar una elevación denominada el paso del Quetzal, y donde solamente se ofertan servicios sanitarios y cafetería en un pequeño establecimiento. En menor número el parque de los venados, cuenta con área de estacionamiento, juegos infantiles, espacio de asadores, baños públicos, cancha de futbol y algunos establecimientos de comida. En época invernal al paso de la carretera se pueden observar comercio informal de productos característicos de la región. Muy pocos usuarios conocen otros destinos como las peñuelas o barranca camino cortado. Por otra parte, un porcentaje de la población no conoce ninguno ya que es su primera visita al ANP.

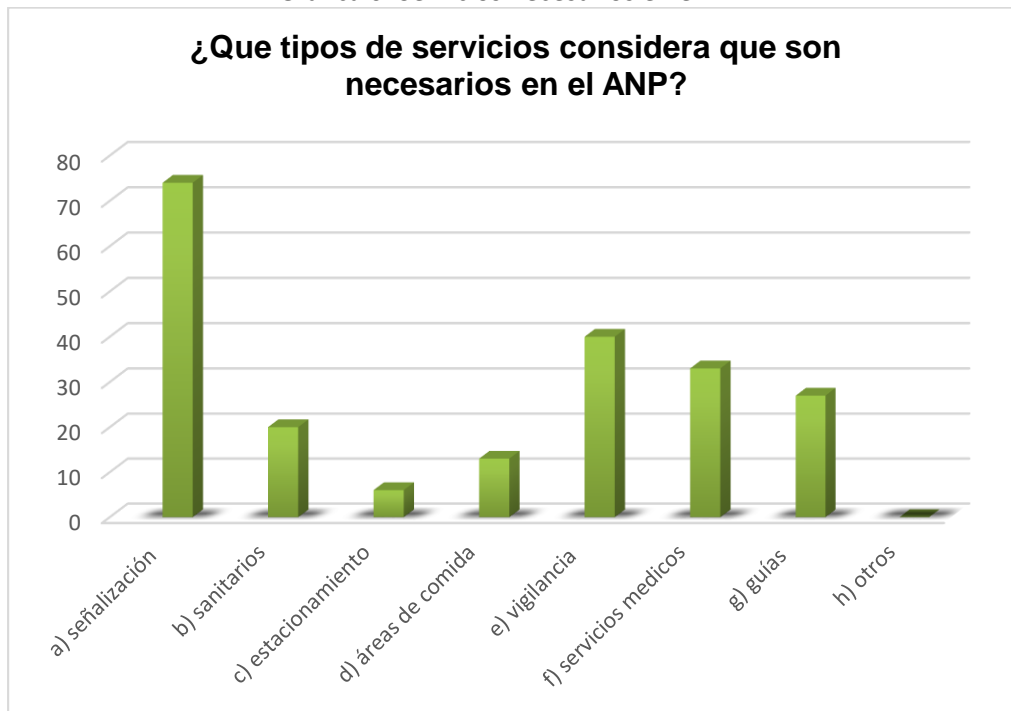
Gráfica 5: Condiciones de señalización



Fuente: Con base a trabajo de campo (2016)

Con relación a las condiciones en las que se encuentra la señalización y acceso al Nevado de Toluca en la gráfica se aprecia la opinión de cada usuario respecto a la señalización y acceso al lugar, 75% respondió mala debido a que no existe señalización y la presente está dañada, oxidada, vieja o ha sido estropeada por usuarios, 21% respondió que regular y un 4% dijo que buena porque recientemente se instalaron anuncios por parte de gobierno del Federal a través de la SEMARNAT y CONANP y del Estado de México por parte de CEPANAF. Además, el 97% de la población encuestada le gustaría que si hubiera mayor señalización en el ANP.

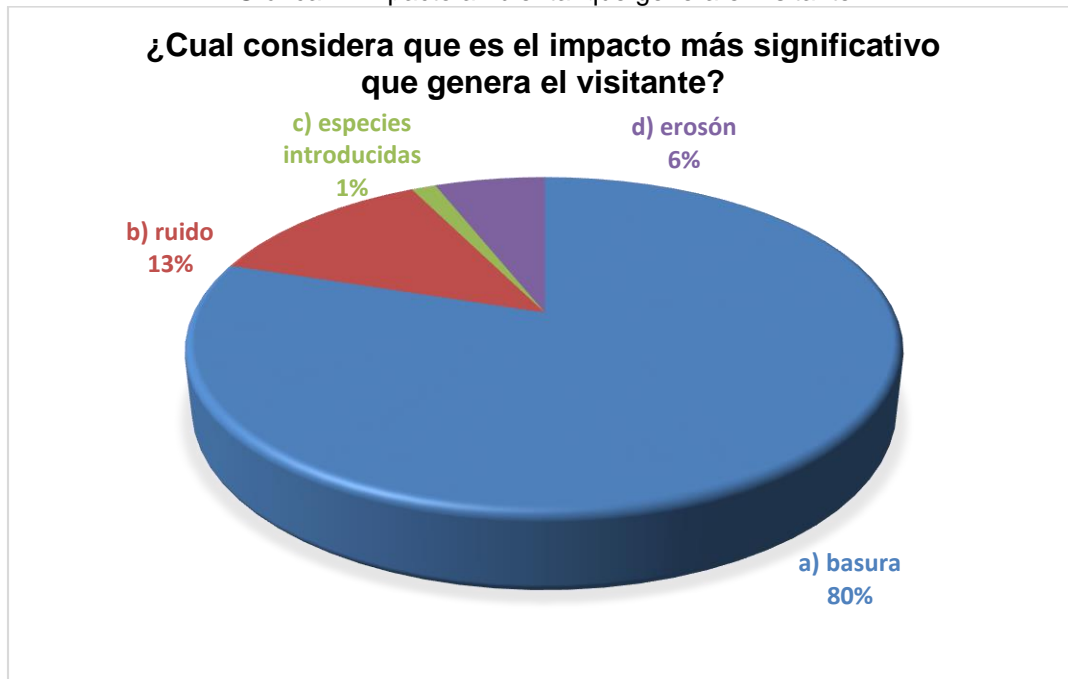
Gráfica 6: Servicios necesarios en el ANP



Fuente: Con base a trabajo de campo (2016)

La experiencia de la visita en el ANP depende de los servicios que son ofertados, por lo que la carencia de algunos en adecuada calidad de prestación de servicios incide en el propio aprovechamiento turístico. De los 150 encuestados 74 usuarios respondieron que es necesario aumentar o mejorar el señalamiento de acceso del ANP así como los ubicados en el interior para uso turístico, después vigilancia y servicios médicos solo se incrementa cuando hay una importante afluencia y sugieren guías, sanitarios y áreas de comida sin duda no es posible ubicarlos en zona núcleo pero podría ser factible en el parque de los venados.

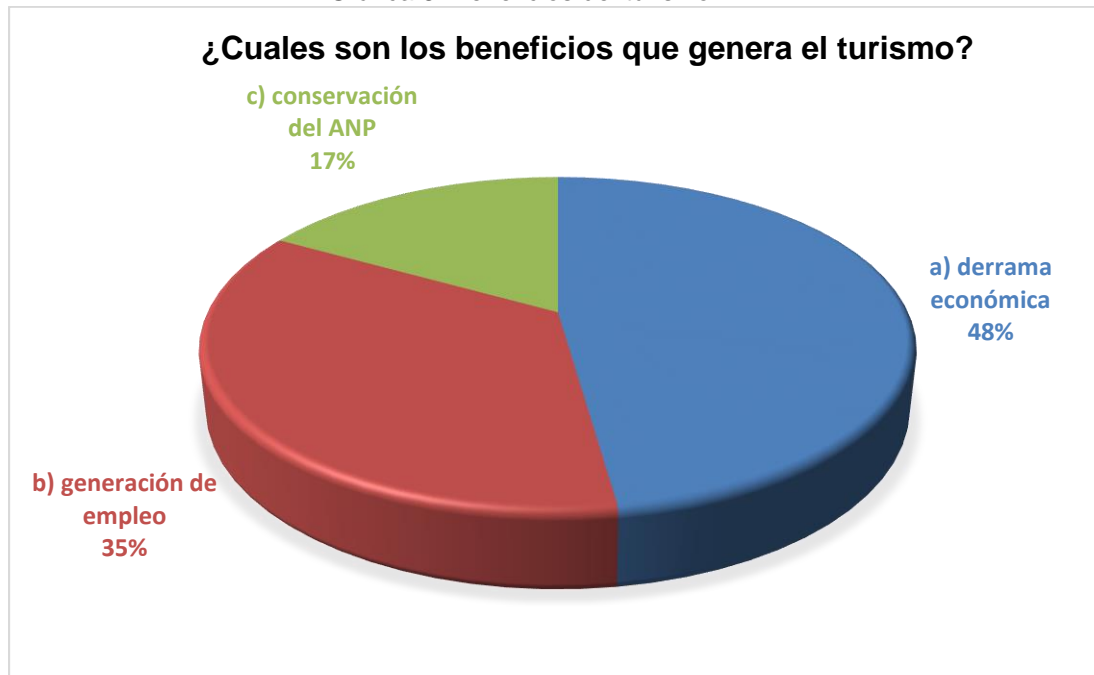
Gráfica 7: Impacto ambiental que genera el visitante



Fuente: Con base a trabajo de campo (2016)

Respecto al impacto ambiental que genera el turismo en el parque, el 80% de los usuarios manifestaron que la basura es el principal problema, en específico unicel, botellas desechables de plástica, latas de aluminio, envases de vidrio y envolturas de alimentos. El 13% destaca que el principal problema es el ruido pues la introducción de autos particulares, autobuses de pasajeros y la práctica de algunas actividades como el motocross que genera ruido y perturba a las especies, la erosión por autos, personas, introducción de perros mascotas y especies invasoras como perros dejados en libertad.

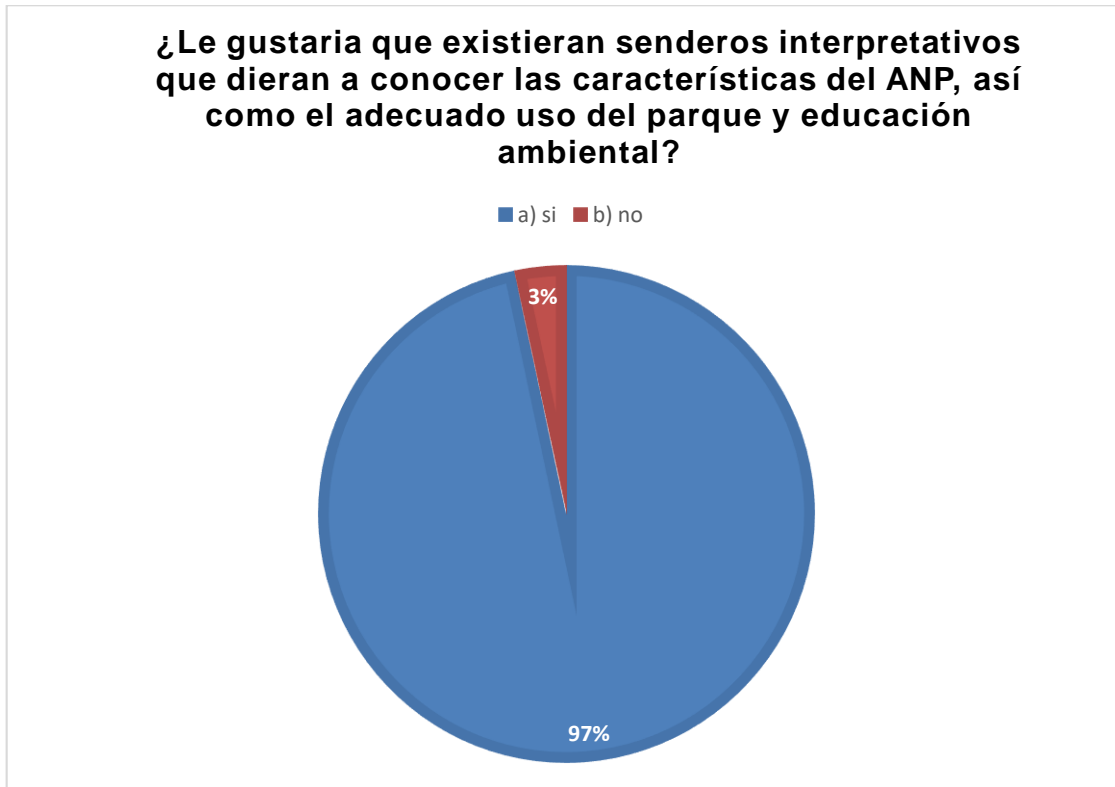
Gráfica 8: Beneficios del turismo



Fuente: Con base a trabajo de campo (2016)

Con relación a los beneficios que genera el visitante destaca principalmente la derrama económica con el 48% pues el gasto que generan los visitantes se distribuyen en diversas localidades que ofertan servicios productos y actividades a los visitantes como el mapa, raíces y la población de San Juan de las Huertas entre otras localidades colindantes. Además, se destaca con 35% la generación de empleos enfocados a personal en caseta de cobro, servicio sanitario, preparación de alimentos, vigilantes y personal de mantenimiento. Finalmente, el 17% destaca como principal beneficio la conservación del ANP, se presume que el turismo puede ser una actividad productiva con menor impacto ambiental que otras como el aprovechamiento forestal y las actividades agropecuarias.

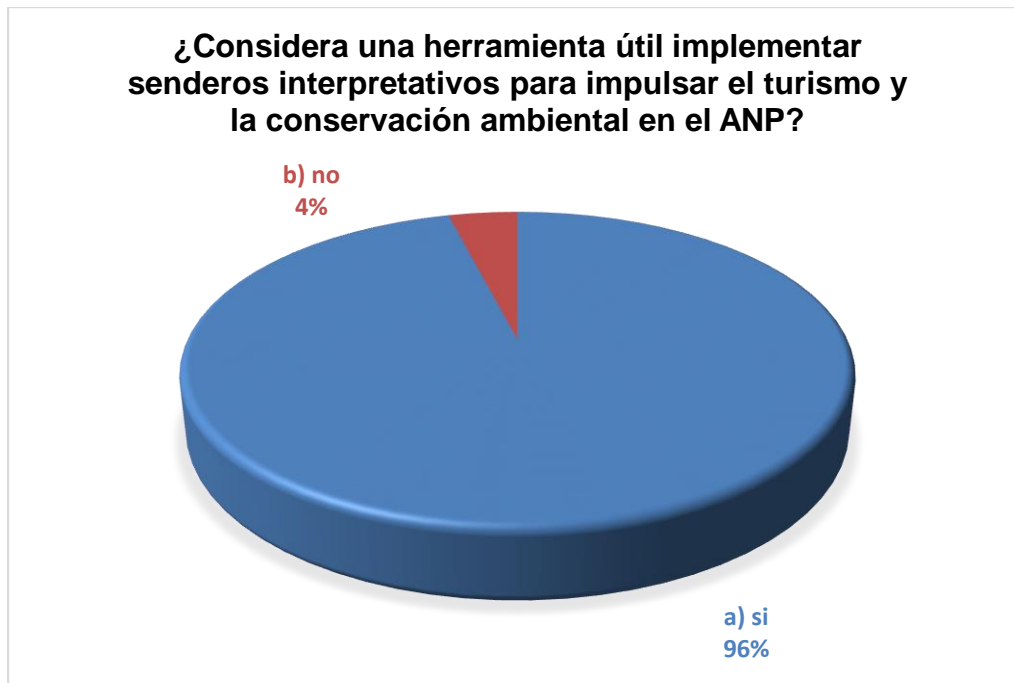
Gráfica 9: Senderos en el ANP



Fuente: Con base a trabajo de campo (2016)

Con relación a la implementación de senderos interpretativos que den a conocer las características del ANP, así como el adecuado uso del parque y educación ambiental el 97% de la población considera positivo que existan senderos interpretativos ya que muestran interés sobre la importancia ambiental, la biodiversidad existente y la forma de mitigar el impacto ambiental. De la misma forma el total de la población encuestada respondió estar de acuerdo con mejor señalización minimiza accidentes y extravíos que se generan por la inexistencia de señalización correspondiente. Sin embargo, el 3% de la población dijo estar inconforme ya que atraerá mayor turismo al Nevado de Toluca y con ello traer mayor impacto ambiental al Nevado de Toluca.

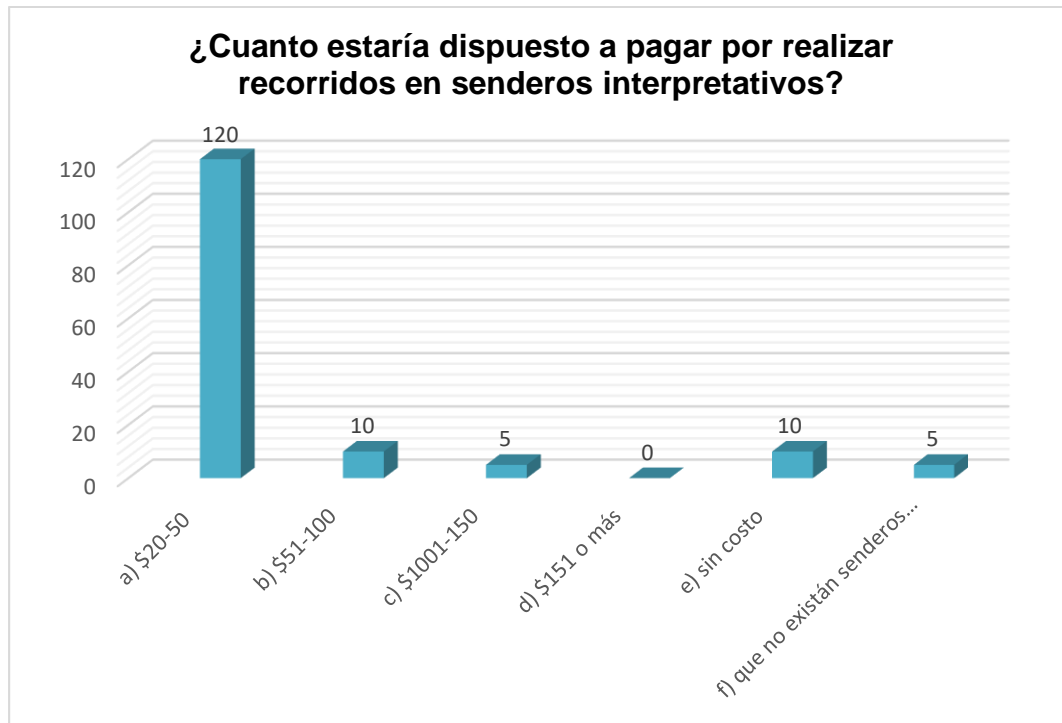
Gráfica 10: Senderos para impulsar el turismo



Fuente: Con base a trabajo de campo (2016)

Casi la totalidad de visitantes considera que es importante la implementación de senderos interpretativos con dos propósitos fundamentales: a) mejorar el desarrollo de la actividad turística dentro del parque, mediante la diversificación de actividades y servicios recreativos, lo cual incide en una mejora de la experiencia del visitante; b) del mismo modo permitiría dar a conocer los accesos adecuados y áreas restringidas en las cuales está limitada la presencia de visitantes así como la importancia ambiental del ANP y su preservación para la continuidad de los servicios eco-sistémicos.

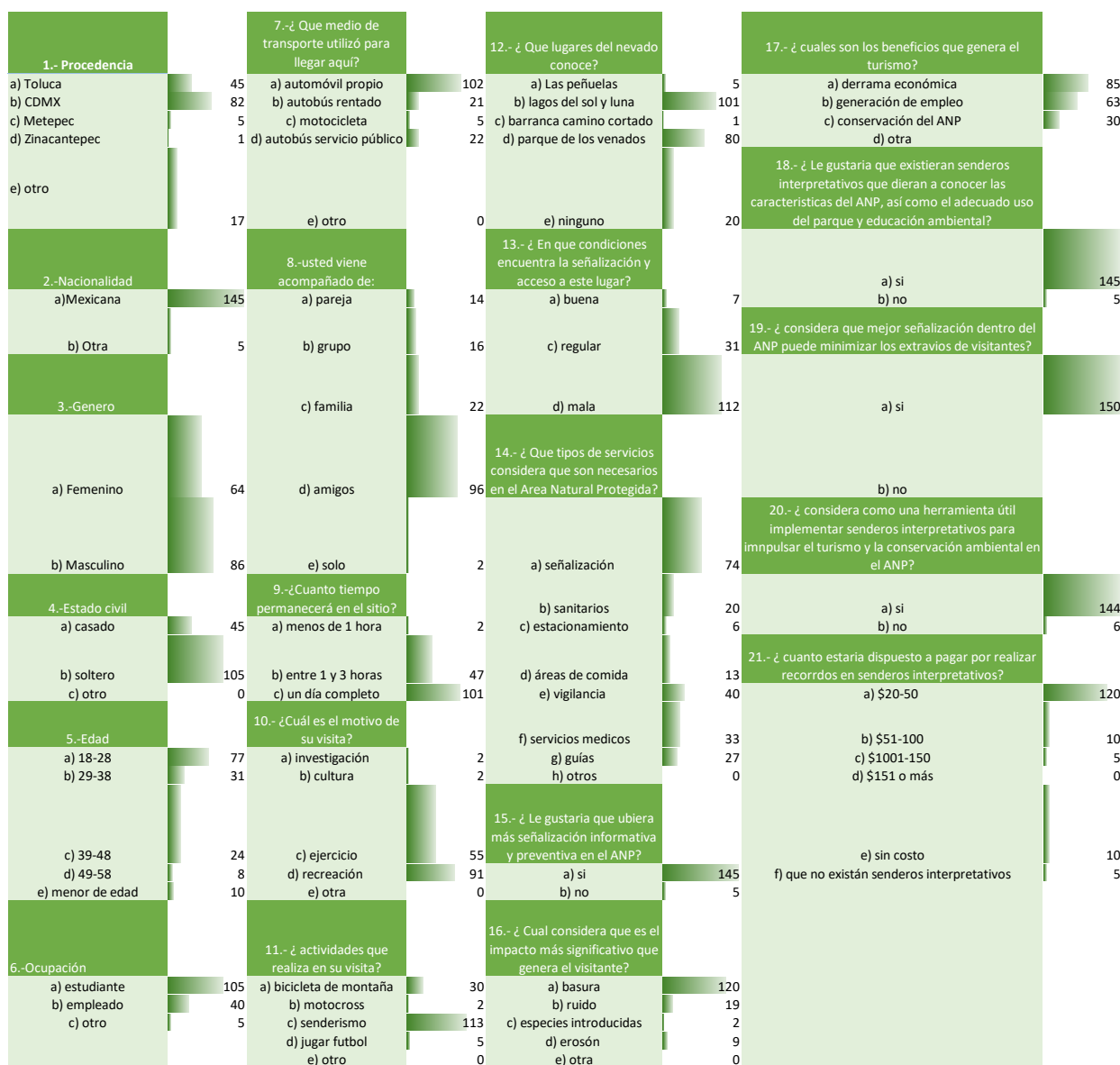
Gráfica 11: Precio por recorrido en sendero



Fuente: Con base a trabajo de campo (2016)

Para la planificación de un sendero interpretativo en el Nevado de Toluca es fundamental considerar las características físicas del entorno, el ordenamiento territorial, las restricciones establecidas en el programa de manejo, la participación de la población local y las características y condiciones físicas de los visitantes. De esta forma deberán planificarse senderos interpretativos que además de dar a conocer la importancia ambiental del entorno, deberán ser acordes al perfil de los usuarios, por lo que es necesario identificar la disponibilidad de gasto aproximado. De esta forma 120 usuarios están dispuestos a pagar de \$20-\$50 por persona/recorrido 10 usuarios respondieron \$51-\$100, 5 usuarios están dispuestos a pagar \$101-\$150, 10 usuarios manifestaron que no debería tener costo y finalmente 5 usuarios no están a favor de que existan senderos interpretativos Consideran que podría incrementar el deterioro del parque.

Gráfica 12: Encuestas a usuarios en el ANP Nevado de Toluca



Fuente: Con base a trabajo de campo (2016)

En la encuesta se observa que la mayoría de los visitantes son personas de 18 a 28 años de edad en su mayoría ocuparon un vehículo privado para llevar al lugar de 40 encuestados 20 son procedentes de CDMX. Su principal propósito al visitar

el parque es como medio de recreación realizando actividades como senderismo y bicicleta de montaña.

El 90% de los encuestados está a favor de la implementación de senderos interpretativos para conocer las características del ANP, así como evitar accidentes o posibles extravíos. Los encuestados argumentan que contar con señalamientos y senderos bien delimitados ayudará a tener una experiencia más satisfactoria, así como estar informados del lugar que visitan sin el riesgo de un extravío.

4.2.4 Tour operadores turísticos de montañismo y senderismo

Existen diversos usuarios que utilizan las redes sociales para organizar excursiones o visitas al Nevado de Toluca. Sus principales usuarios corresponden es su mayoría de la Ciudad de México (CDMX) o de otros estados del país. Las principales características que ofrecen estos prestadores de servicios turísticos son: servicio de transporte ida y vuelta de su lugar de origen, alimentos dependiendo la duración del recorrido y el itinerario siendo almuerzo y comida o solo almuerzo, guías supuestamente calificados para guiar e informar a los visitantes y si la travesía es mayor a un día, ofrecen servicio de hospedaje. Se realizó una revisión de servicios ofrecidos de empresas turoperadoras al Nevado de Toluca y estos fueron los datos obtenidos:

- a) Viajes mosaico: invitan a conocer el Nevado de Toluca con un costo de \$490 pesos mexicanos, con este precio ofrecen transporte de ida y vuelta saliendo de Querétaro, Querétaro. El recorrido consiste en salir a las 6:00 am del lugar antes mencionado hacia el ANP Nevado de Toluca, ofrecen una visita y comida en el Pueblo Mágico de Aculco, siendo la hora de regreso a la ciudad de origen a las 10:30 pm.

- b) Giorodriguez.com: las actividades consisten en hacer cumbre en el Nevado de Toluca y en La Malinche, siendo deseo de los organizadores promover el montañismo y lugares nuevos para caminar. El costo del recorrido es de \$4,000 pesos mexicanos y el itinerario consiste en 4 días para visitar ambos Volcanes y las zonas arqueológicas de Teotenango y Cantona. Muestran a continuación su itinerario: Día 1, Salida de CDMX rumbo a Teotenango, después de ello salida al parque de Los Venados en el Parque Nacional Nevado de Toluca, donde se pasará la noche previa al ascenso. Día 2, Caminata con el objetivo de alcanzar la cumbre del Nevado de Toluca. Una vez realizado el ascenso, se descenderá para dirigirse al Hotel Centenario en la ciudad de Huamantla. Día 3, Al salir de Huamantla, se visitará el sitio arqueológico de Cantona. Al finalizar el recorrido la próxima parada son las cabañas en el Parque Nacional La Malinche. Día 4, Se realizará el ascenso a la cumbre de La Malinche, Ese mismo día será el regreso a la CDMX. El recorrido incluye: transporte terrestre, sistema GPS, radios, desayuno y merienda en el Nevado de Toluca, cena y desayuno en la Malinche, hospedaje, guías en las visitas a los parques nacionales, entradas a los sitios arqueológicos y los parques nacionales.
- c) Escapadas de fin de semana: ofrece una visita al Nevado de Toluca saliendo de la CDMX con un costo por persona de \$390 pesos mexicanos. El itinerario consiste en salir del Auditorio Nacional a las 7:30 am con dirección a La Marquesa para tomar el desayuno, después se dirigirán al Nevado de Toluca. Al finalizar el recorrido en el parque se dirigen a la ciudad de Toluca para conocer la ciudad y comer. Al término de la visita en la ciudad regresarán a CDMX. El recorrido incluye transporte ida y vuelta, entrada al parque, 1 botella de agua. No incluye desayuno, comida y propinas.

Los actores locales que ofrecen el servicio de guías turísticos para visitar el ANP de forma segura y en grupo favoreciendo el impulso del montañismo y senderismo de una manera responsable. Sin embargo la mayoría de los visitantes son espontáneos, ya que no planifican con anticipación su visita. En algunos casos carecen de conocimiento respecto al sitio que visitan y son propensos a perderse o no estar conscientes de las actividades permitidas dentro del parque propiciando a deteriorar las condiciones ambientales del ANP. De este modo implementar senderos interpretativos dentro del parque es favorable para el esparcimiento responsable de los usuarios así como la prevención y resguardo del entorno natural del Nevado de Toluca.

4.3 Capacidad de carga real para senderos en el ANP Nevado de Toluca

La capacidad de carga real (CCR) constituye una estimación de los visitantes que pueden encontrarse en los senderos simultáneamente considerando el factor social, la erodabilidad, precipitación y accesibilidad del sendero. De este modo. La aplicación de un estudio de capacidad de carga real permitirá identificar el número de usuarios que podrán visitar cada sendero al día sin afectar las condiciones naturales del parque. Para ello, se retoman las aportaciones de Cifuentes *et al* (1999), respecto a la CCR. Esta propuesta considera necesario la estimación de diversas capacidades para no perjudicar el medio que se visita así como los usuarios puedan tener una visita adecuada al parque. Para el estudio en el APFF Nevado de Toluca, sólo se consideró considerando el factor social, la erodabilidad, precipitación y accesibilidad del sendero ya que el tema de CCR es muy extenso y la idea central de la investigación es una propuesta de senderos interpretativos que favorezcan la educación ambiental, el conocimiento del entorno a visitar y la prevención de extravíos dentro del parque.

De esta forma, la capacidad de carga física (CCF), es una consideración directa del factor demográfico y el primer paso para considerar el factor social, que incluye a los visitantes y la población local, pero sólo hace referencia a la cantidad de personas que podrían ubicarse físicamente en un área determinada con un estándar deseado de comodidad (de acuerdo con Cifuentes, *et al.*1999) Del mismo modo, Puente, *et al* (2011) señala que se puede considerar como el número de personas que podrían ubicarse físicamente dentro de cada sendero, sin tomar en cuenta cuestiones de comodidad, calidad de la experiencia ni impacto ambiental.

La fórmula que determina la CCF retomada de Cifuentes *et al* (1999) es:

$$CCF = (S/SP) (NV)$$

Donde:

S: Superficie turística disponible (longitud de los senderos en metros)

SP: superficie usada por visitante (4 metros lineales)

NV: Número de veces que el sitio puede ser visitado por la persona en el mismo día por la misma persona.

Así mismo, NV se obtiene de la fórmula:

$$NV = H_v / T_v$$

Donde:

H_v: Horas de visita

T_v: Tiempo necesario para la visita

Al realizar la fórmula CCF, se nota que es necesario obtener primero el valor NV, por lo que se utilizan los valores presentados arriba de la siguiente forma:

- Recorrido del Cráter:

$$NV = 10 \text{ horas} / \mathbf{3 \text{ horas}}$$

NV= 3.3 veces puede ser recorrido por una misma persona en un día.

- Recorrido Parque de los venados al Cráter

NV= 10horas/ **4horas**

NV= 2.5 veces puede ser recorrido por una misma persona en un día

- Recorrido las Ciénegas a el Parque de los venados

NV= 10horas/ **4horas**

NV= 2.5 veces puede ser recorrido por una misma persona en un día

Por otro lado, deben calculados los factores de corrección para cada uno de los senderos establecidos se calculó la CCR, de la siguiente manera:

$$\text{CCR} = (\text{CCF}) [\text{FCsocial})(\text{FCero})(\text{FCpre})(\text{FCac})]$$

Los cálculos para la estimación de la CCR una vez aplicados los factores de corrección se integran en el Anexo 4.

Los resultados obtenidos de la CCR son los siguientes:

- Recorrido del Cráter

CCR= (4,331) [(.45) (.90) (.86) (.90)]

CCR= (4,331) (.31)

CCR= 1,342 visitantes por día

- Recorrido Parque de los venados al Cráter

CCR= (3,972) [(.45) (.92) (.86) (.92)]

CCR= (4,184) (.32)

CCR= 1,271.04 visitantes por día

- Recorrido las Ciénegas a el Parque de los venados

CCR= (4,185) [(.45) (.98) (.86) (.98)]

CCR= (4,184) (.45)

CCR= 1,883.24 visitantes por día

Estos resultados expresan el número de visitantes que cada sendero puede acoger por día sin afectar las condiciones naturales del entorno como la erosión del suelo así como evitar hacinamiento por parte de los visitantes y tener una visita placentera. No obstante, en el proceso de determinación de la CCR del ANP Nevado de Toluca, es preciso recomendar continuar con el análisis de la Capacidad de Manejo (CM) en proyectos de investigación posteriores, que posibiliten la consolidación de la propuesta de diseño de senderos interpretativos, misma que reducirá el número de visitantes, considerando las posibilidades existentes para la oferta de servicios, con base a la infraestructura personal y equipamiento.

4.4 Análisis FODA del turismo en el ANP Nevado de Toluca

El análisis de los factores internos y externos que inciden en el desarrollo del turismo rural en el ANP Nevado de Toluca, se lleva a cabo a partir de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas (FODA), que constituye una herramienta que se incorpora al análisis de la planeación estratégica en los años 70, como un método útil para hacer una evaluación cualitativa de los datos relativos a los recursos naturales relevantes y los aspectos que pueden repercutir sobre el medio ambiente, y que además, permite establecer prioridades según los factores identificados como significativos (Codina, 2011).

De esta forma, el análisis FODA constituye la base para analizar la relación de factores que conlleven al diseño de senderos interpretativos en el ANP Nevado de

Toluca, tratando de abarcar las principales fortalezas y oportunidades del ANP y generando propuestas para mitigar las amenazas y debilidades.

A partir del análisis del ANP y con ayuda de las encuestas realizadas a usuarios, ejidatarios y policías de alta montaña se establecieron los principales aspectos del ANP en cada factor del FODA. Para determinar la importancia de cada aspecto dentro del FODA se determinó el peso como alto, medio y bajo y cada peso tiene un valor 3 para alto, 2 para medio y 1 para bajo en la categoría correspondiente de ponderación.

Tabla 5: Fortaleza

Fortalezas	Peso	Calificación
Belleza paisajística	Alto	3
Diversidad de flora y fauna para el impulso de desarrollo turístico rural	Alto	3
La cuarta montaña más alta del país, siendo el único volcán en el país con 2 lagos en su cráter	Medio	2
Participación de ejidatarios para regular y fomentar la conservación del ANP	Medio	2
Fácil acceso al ANP con un camino de terracería en buen estado al principal atractivo (Cráter)	Bajo	3
Total		14

Elaboración propia con base a Codina (2011)

Tabla 6: Oportunidades

Oportunidades	Peso	Calificación
Fomento a los usuarios en el cuidado y la conservación del ANP	Alto	3
Vías de comunicación que conectan con el acceso al ANP	Medio	2
Derrama económica por parte de los visitantes	Alto	3
Instalaciones turísticas (área de comedores, asadores, baños, juegos infantiles) así como servicios de hospedaje.	Medio	2
Apoyo de programas federales y estatales para el desarrollo turístico con apoyo de la comunidad	Alto	3
Total		13

Elaboración propia con base a Codina (2011)

Tabla 7: Debilidades

Debilidades	Peso	Calificación
Falta de vigilancia y personal capacitado para la administración del parque de los venados	Alto	3
Falta de señalización respecto a los sitios donde puede transitar el usuario	Alto	3
Mínima difusión y carencia de información sobre la conservación y protección del ANP	Alto	3
Falta de señalización preventiva e informativa en el ANP	Alto	3
Mal estado de los principales servicios que ofrece el Parque	Medio	2
Total		14

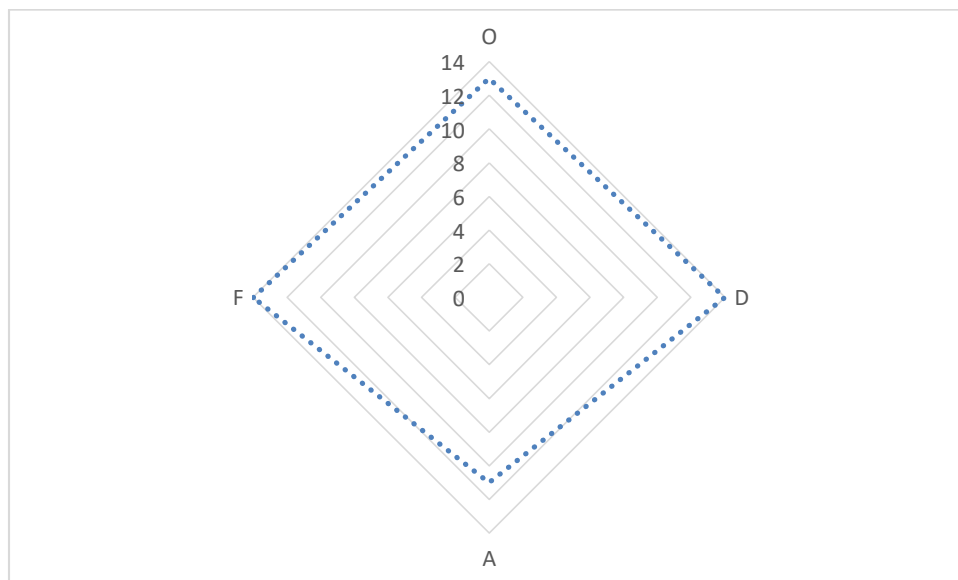
Elaboración propia con base a Codina (2011)

Tabla 8: Amenazas

Amenazas	Peso	Calificación
Contaminación de ANP por los visitantes sin una mínima información de conservación	Alto	3
Erosión del suelo al sobrepasar la capacidad de carga	Bajo	1
Escasa valoración y la falta de información del cuidado del medio ambiente	Medio	2
Inadecuadas señalizaciones e infraestructura	Medio	2
Expansión permisiva de uso de suelo agrícola y urbano	Alto	3
Total		11

Elaboración propia con base a Codina (2011)

Imagen 19: FODA



Fuente: trabajo de campo (2017)

Los resultados en el análisis FODA muestran que las debilidades tienen gran incidencia en el ANP haciéndola vulnerable principalmente en problemas de contaminación y erosión, sin embargo las fortalezas tienen la misma magnitud, pues los recursos con los que cuenta el ANP son viables para la explotación turística sustentable con una propuesta en desarrollo de senderos interpretativos.

Por otro lado tomando en cuenta las debilidades y amenazas se considera que el ANP está expuesto al aumento del cultivo y aumento de la zona urbana siendo las fortalezas y oportunidades un gran aporte para potencializar el turismo en el parque ya que el ANP cuenta con gran belleza paisajística que es óptimo para la implementación de senderos interpretativos dentro del parque considerando las especificaciones y limitaciones de uso turístico dentro del plan de manejo del APFF Nevado de Toluca.

Capítulo 5 Diseño de senderos interpretativos en el ANP Nevado de Toluca

Este capítulo se enfoca en la planificación de la propuesta de senderos interpretativos en el ANP Nevado de Toluca. Desde la definición de un sendero, el objetivo de los senderos interpretativos y las características que determinan la implementación de un sendero como elementos esenciales, tipo de sendero, clasificación, modalidad y el desarrollo de 3 tipos de senderos interpretativos en el Nevado de Toluca mediante la herramienta de SIG ArcMap.

5.1 Definición de la iniciativa

Los senderos interpretativos constituyen una significativa herramienta para reducir el impacto humano dentro un área natural, también fungen para la integración y conservación de un entorno natural con ayuda de recursos didácticos e interdisciplinarios que favorecen la educación ambiental y la recreación en un entorno natural de una forma responsable. Los senderos interpretativos en el APFF Nevado de Toluca, si bien conlleva al esparcimiento dentro del ANP para la recreación, como una actividad deportiva no competitiva que se realiza en caminos con un entorno natural, también propicia la conservación ambiental y adecuado aprovechamiento de los recursos naturales, a partir de la cercanía de los usuarios con el medio natural y cultural que caracteriza el lugar.

5.2 Objetivo de los senderos interpretativos

- Facilitar al visitante del APFF Nevado de Toluca, la práctica del senderismo en el ANP, proporcionando seguridad, información del entorno natural y fomentando el desarrollo sustentable de la actividad.

5.3 Elementos esenciales de los senderos interpretativos

5.3.1 Categoría del sendero

Con base a las categorías para representar los senderos interpretativos, en el APFF Nevado de Toluca, corresponde al tipo senderos en espacios naturales, debido al espacio geográfico donde se localiza, los recursos y atractivos naturales que tiene el ANP, así como la limitada presencia de desarrollo urbano y una escasa infraestructura.

5.3.2 Clasificación

Los senderos interpretativos propuestos para el ANP se van a enfocar en el tipo de senderos auto guiados ya que al estar delimitados los senderos correctamente y señalizados adecuadamente, por lo que no hay necesidad de un guía para los usuarios. Está la propuesta se enfoca en que los señalamientos informen al usuario de las características físicas, ambientales y de seguridad durante el recorrido.

5.3.3 Tipo

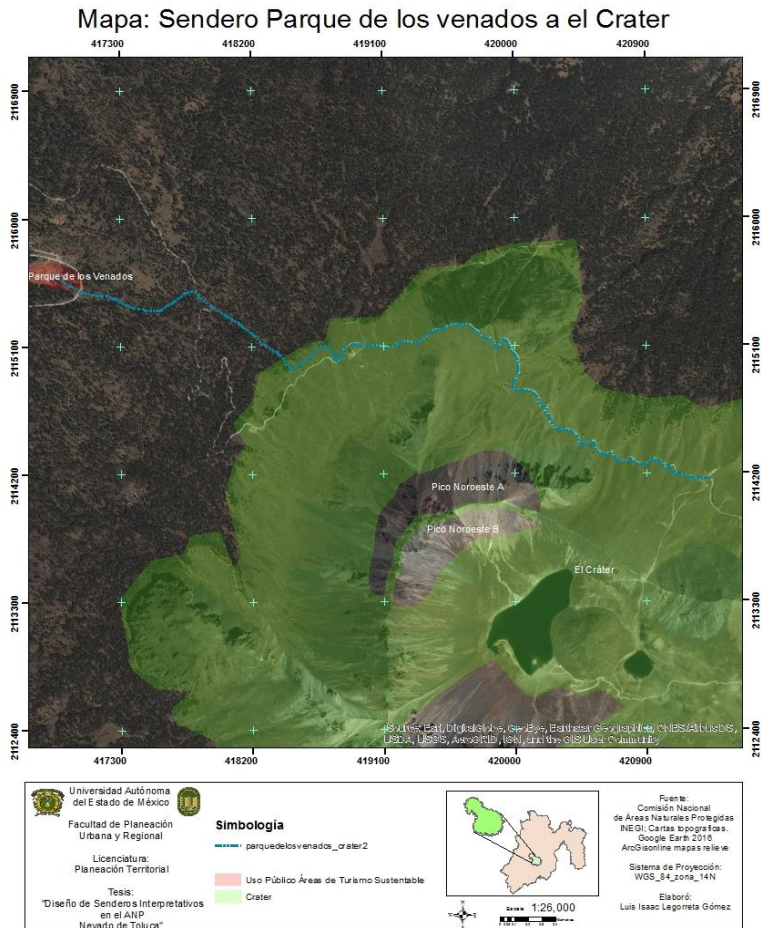
Para la propuesta de senderos para el APFF Nevado de Toluca, considera tres senderos uno de tipo circuito y los otros dos de tipo sendero lineal o abierto (ver mapa 12: senderos interpretativos Nevado de Toluca).

5.3.4 Descripción de senderos / recorridos

b) Sendero Parque de los Venados al Cráter

Es de tipo lineal con un tiempo estimado de recorrido de 4 horas. Tiene una CCR 1,271 visitantes por día, inicia en el parador conocido como el parque de los venados. De acuerdo con los ejidatarios existe únicamente una brecha reconocida para el acceso a pie desde el parque de los venados hacia el cráter. La cual se tomó para el diseño del segundo sendero. El sendero inicia a un lado de la posada después se interna en el bosque hasta encontrarse con el camino de los automóviles. Se continúa el trayecto de los automóviles hasta el paraje conocido como la pluma. (Ver mapa 10)

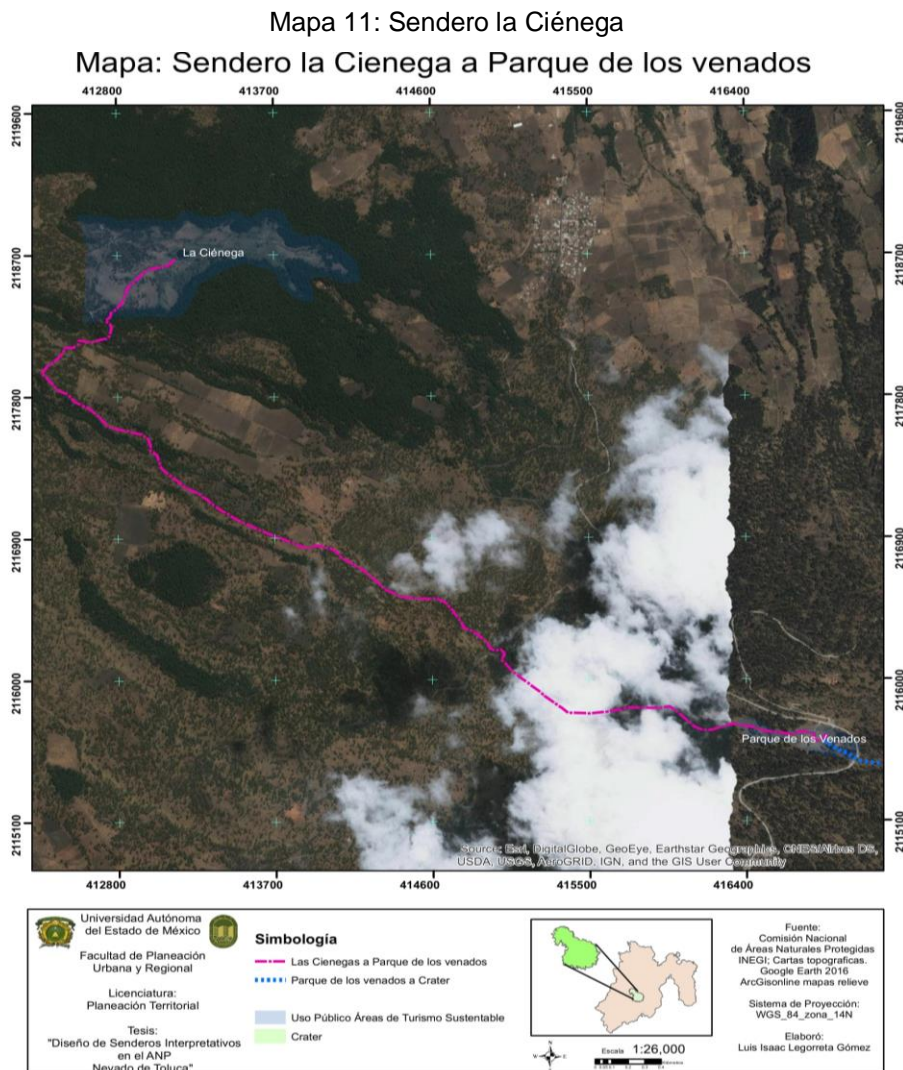
Mapa 10: Sendero parque de los venados



Fuente: Elaboración propia con base a CONANP (2013)

c) Sendero la Ciénega a Parque de los Venados

Es de tipo lineal con un tiempo aproximado de recorrido de 4 horas. Comprende una CCR de 1,883 visitantes por día, inicia en el paraje conocido como la Ciénega siendo un atractivo turístico que cuenta con un cuerpo de agua para realizar pesca e instalaciones para uso recreativo. Continúa el trayecto a través de un recorrido conformado por bosque hasta el parque de los venados. (ver mapa 11)



Elaboración propia con base a CONANP (2013)

5.3.4 Dificultad

Retomando las especificaciones de FEDME (2014) los senderos se presentan en diferentes rangos de dificultad considerando la distancia del recorrido y la pendiente sin embargo las especificaciones no se acoplan a las necesidades del ANP de tal modo se realizó una propuesta exclusiva para el Nevado de Toluca.

Tabla 9: Distancia de sendero

Denominación	Características
Sendero de gran recorrido	Mayor de 10 Km.
Sendero de Medio recorrido	Entre 6 y 10 Km
Sendero de pequeño recorrido	Menor de 6 Km
Gran pendiente	Más de 500 metros del recorrido sean inclinaciones del 10% o más
Mediana pendiente	De 250 a 499 metros del Recorrido cuente con inclinaciones de 10% o más
Baja pendiente	De 0 a 249 metros del recorrido cuente con inclinaciones mayores a 10%

Fuente: Elaboración propia con base a FEDME (2014)

Considerando las especificaciones antes mencionadas el recorrido de senderos se conforma de la siguiente manera:

Tabla 10: Especificaciones por sendero

Recorrido del sendero	Km del recorrido	Tiempo estimado de recorrido	Metros con inclinaciones mayores a 10%	Determinación del recorrido	SIGLAS	Determinación de la pendiente	SIGLAS
Recorrido del Cráter	5.25 Km	3 horas	470	Sendero de pequeño recorrido	PR	Mediana pendiente	MP
Sendero Parque de los Venados al Cráter	6 Km	4 horas	442	Sendero de medio recorrido	MR	Mediana pendiente	MP
Sendero la Ciénega a Parque de los Venados	8.3 Km	4 horas	162	Sendero de medio recorrido	MR	Baja Pendiente	BP

Fuente: Elaboración propia con base a FEDME (2014)

El recorrido del Cráter cuenta con 9% de inclinaciones mayores al 10% lo que representa un sendero de mediana pendiente aunado a esto el recorrido se desarrolla en elevaciones de 4,157 msnm en su punto más bajo y 4,289 msnm en su punto más alto. Por lo cual es recomendable contar con buena salud física para poder realizar el recorrido.

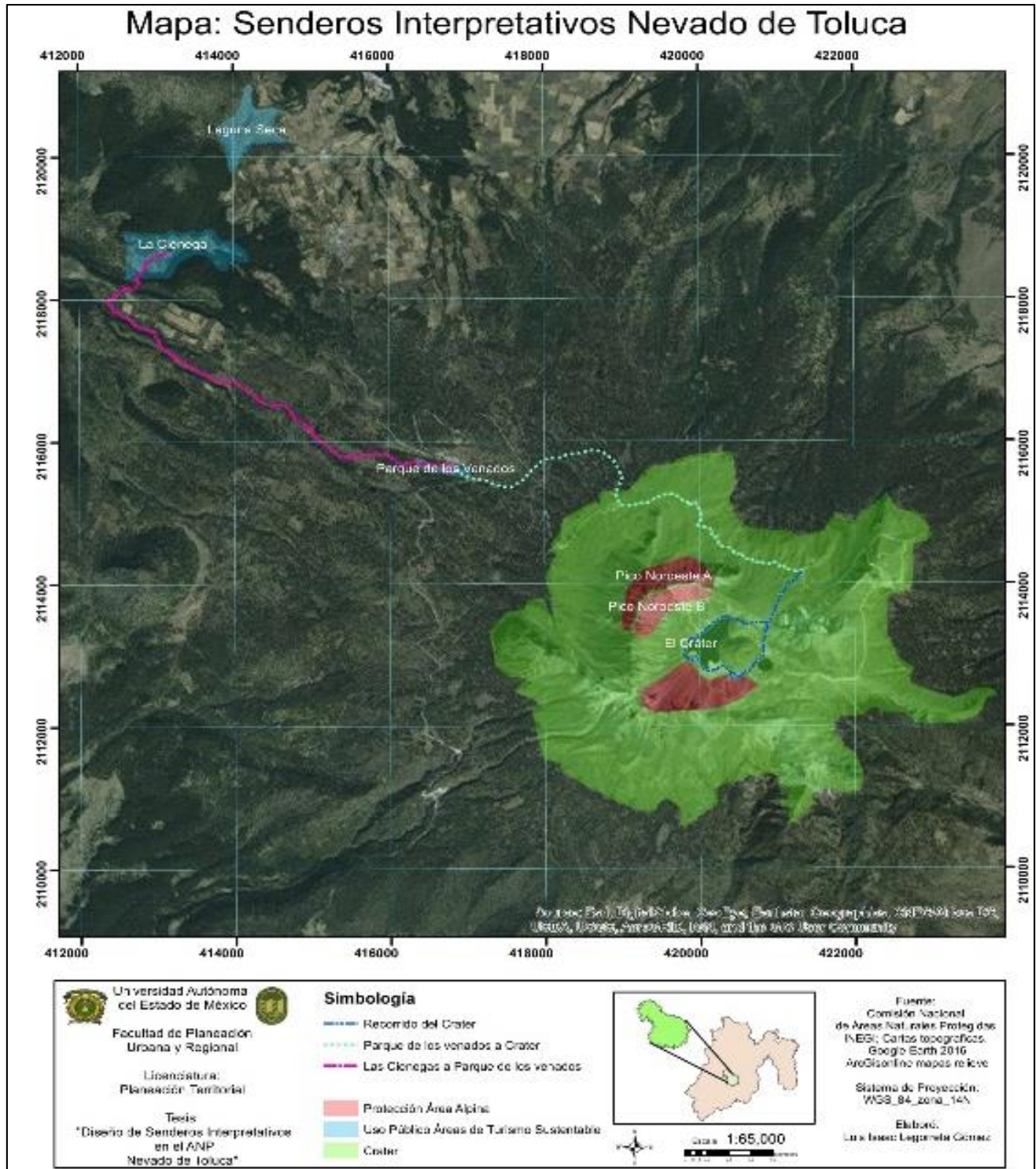
El recorrido parque de los venados al Cráter cuenta con 7.3% de inclinaciones mayores a 10% en todo el recorrido siendo de mediana pendiente, también cuenta con 6Km es un sendero de medio recorrido y al estar situado a 3,719 msnm en el punto más bajo y a 4,160 msnm en el punto más alto. Al considerar ambas determinaciones en la mitad el sendero parque de los venados al Cráter es el sendero con mayor grado de dificultad.

El recorrido la Ciénega a parque de los Venados cuenta con el 2.3% del sendero con inclinaciones mayores al 10% siendo el sendero con el menores pendientes durante el recorrido; sin embargo es el sendero con mayor longitud teniendo 6.8 km. Sin embargo se puede considerar como el sendero de menor dificultad al encontrarse a 3,217 msnm en el punto más bajo y a 3,716 en el punto más alto del recorrido.

5.3.5 Representación cartográfica de senderos

En el siguiente mapa se puede observar el recorrido de los tres senderos los cuales se identifican en color azul como el recorrido del Cráter, en color aqua-Marina como el recorrido Parque de los Venados al Cráter y en color rosa mexicano el recorrido la Ciénega a parque de los Venados. El color en verde representa el polígono que conforma el cráter y los dos pequeños polígonos de color rojo, corresponde a las áreas de protección de área alpina, siendo el único lugar donde se restringe la implementación de infraestructura para el turismo. (Ver mapa 12)

Mapa 12: Senderos interpretativos



Elaboración propia con base a CONANP (2013)

5.4 Diseño y criterios para la colocación de señales y soportes

Las señales y soportes son elementos esenciales para la estadía del usuario ya que facilita la transmisión de la información mediante herramientas didácticas colocadas estratégicamente en el recorrido de los senderos. Los señalamientos deben manifestar las actividades permitidas dentro y restricciones así como información útil para el usuario.

5.4.1 Señalamientos

De acuerdo con SECTUR (2004), para que la experiencia del visitante sea lo más placentero posible y segura es posible considerar tres tipos de señalamiento en los recorridos:

- Señalamientos informativos: brindan información geográfica sobre destinos, distancias y actividades que es posible practicar y los servicios disponibles. Así mismo los señalamientos informativos tienen la característica de informar sobre las características naturales del entorno.

De este modo los señalamientos informativos para el ANP Nevado de Toluca serán los siguientes:

Tabla 11: Señalamientos informativos




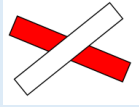
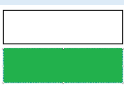


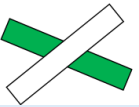



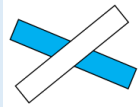
Señalamientos informativos en el APFF Nevado de Toluca					
Ubicación	Distancia	Actividades	Servicios	Sitios de interés	Información
Cada sendero debe mostrar el punto de origen y fin del recorrido	Los senderos interpretativos deben de informar la distancia de cada recorrido así como el grado de dificultad	Los senderos interpretativos deben informar sobre las actividades permitidas dentro de cada sendero	Cada sendero debe tener información respecto a las instalaciones que se pueden encontrar	Los senderos interpretativos deben de mostrar de forma gráfica o escrita los sitios de interés que se pueden visitar en el recorrido	El principal atractivo de los senderos interpretativos es mostrar al público el entorno natural del sendero así como flora y fauna del entorno y mostrar el uso adecuado de las instalaciones del parque en general

Fuente: Elaboración propia con base a FEDME (2014)

- Señalamientos preventivos: su propósito es atraer la atención del visitante con relación a obstáculos u otros peligros que se pueden tener en la naturaleza en general o en la práctica de algunas actividades en particular.

En los senderos interpretativos se van a especificar los señalamientos preventivos para guiar el recorrido, marcar camino erróneo y posibles obstáculos o amenazas dentro del parque. (Ver tabla 12)













Tabla 12: Señalamientos preventivos

Señalamientos preventivos				
Sendero	Marca de continuidad del camino	Marca de cambio de dirección hacia la izquierda	Marca de cambio de dirección hacia la derecha	Marca de dirección equivocada
Sendero del Cráter				
Sendero parque de los Venados a el Cráter				
Sendero la Ciénega a parque de los Venados				

Fuente: Elaboración propia con base a FEDME (2014)

Además es necesario considerar otros señalamientos preventivos como el cruce de fauna, nieve, donde depositar la basura, área de estacionamiento, senderos, área de comida, hospedaje, primeros auxilios y sanitarios. Finalmente indicar actividades permitidas en el trayecto de los senderos como observación de especies, pesca, fotografía. (Ver tabla 13)

Tabla 13: Señalamientos preventivos 2

Señalamientos preventivos			
Cruce de fauna		Deposita la basura en su lugar	
nieve		Estacionamiento	
senderismo		Área de Comida	
Hospedaje		Primeros Auxilios	
Observación de especies		Baños	
Pesca		Fotografía	

Fuente: Elaboración propia con base a FEDME (2014)

- Señalamientos restrictivos: la prohibición de ciertas actividades y actitudes es determinante en la seguridad y comportamiento de los visitantes, con relación a la conservación de los atractivos naturales y culturales, así como la protección del mobiliario y equipo.

En el caso del APFF Nevado de Toluca, es necesario considerar señalamientos restrictivos como no cortar vegetación ya que existen especies endémicas, prohibido el uso de la bicicleta y motocicletas en los senderos ya que estos propician la erosión del suelo, no prender fuego porque es fuente de inicio de incendios. Así como no hacer ruido para no perturbar el hábitat de las especies ni incomodar a los visitantes. No tirar la basura para evitar contaminación en el parque. Prohibido nadar en los lagos del volcán ya que se encuentran a temperaturas bajas que pueden ocasionar accidentes. Prohibido la introducción de mascotas al ANP porque perturban el ecosistema y a las especies que lo habitan.

Tabla 14: Señalamientos restrictivos

Señalamientos restrictivos			
No cortar vegetación		Prohibido bicicletas	
No prender fuego		Prohibido motocicletas	
No hacer ruido		No tirar basura	
Prohibido nadar		Prohibido ingresar con mascotas	

Fuente: Elaboración propia con base a CONANP (2013)

5.4.2 Soportes

El soporte se encarga de mostrar físicamente la información proyectada en el apartado de señalamientos informativos, preventivos y restrictivos. Las señales se colocan en el sendero, puede ser sobre un mueble, o el entorno natural, considerando mamparas, mesas panorámicas, estaquillas, postes con flechas direccionales, entre otras (FEDME, 2014). Para el caso de los senderos interpretativo en el Nevado de Toluca se propuso mamparas, mesas panorámicas y señalización sobre árboles en el trayecto de cada sendero.

Las mamparas deben contener la información estipulada por FEDME (2014) que es mostrar el trayecto del recorrido, tipo de sendero, la dificultad, tiempo estimado por recorrido, dato de interés sobre el sendero, así como señalamientos informativos, preventivos y restrictivos previamente estipulados. En la imagen 20 se puede apreciar una mampara que contiene la información requerida para familiarizarse con las mamparas, mesas panorámicas y señalamientos preventivos que se pueden encontrar durante cada recorrido.

Imagen 20: Conociendo los señalamientos



Fuente: Elaboración propia con base a FEDME (2014)

Con la elaboración de la información que debe incluir cada mampara y con ayuda del programa Revic (2010) se hizo un diseño por cada sendero de una propuesta para el diseño de las mamparas.

Imagen 24: mampara cráter



Fuente: Elaboración propia

Imagen 25: mampara informativa



Fuente: elaboración propia

Imagen 26: mampara Ciénega



Fuente: Elaboración propia

Mesas panorámicas: Su función consiste en proporcionar información de utilidad al usuario para conocer el entorno que le rodea. Puede estar equipado con otros soportes que interpreten la realidad que circunda al sendero. En ellos deberá aparecer el logotipo del sendero, la dificultad y distancia del sendero así como información de interés respecto a las condiciones del entorno del sendero así flora y fauna.

Imagen 27: mesa panorámica



Fuente: Elaboración propia

Imagen 28: mesa panorámica 2



Fuente: Elaboración propia

Imagen 29: Información de mesa panorámica 1



Fuente: Elaboración propia

Imagen 30: Información mesa panorámica



Fuente: Elaboración propia

Imagen 31: Información mesa panorámica



Fuente: Elaboración propia

La colocación de las mesas panorámicas será de nueve por sendero para hacer dinámico el recorrido y no saturar de información el recorrido de los senderos interpretativos. La información en las mesas panorámicas debe ser breve, específica y debe hacer referencia exclusivamente al sendero en que está ubicado. La temática de las mesas panorámicas está enfocada en datos del entorno natural, educación ambiental o datos de interés común respecto al recorrido del sendero. (ver anexo 5)

Señalización que guía el recorrido será sobre los árboles que se encuentran en los senderos interpretativos, con la finalidad de evitar la saturación de muebles en el recorrido de cada sendero. De este modo la interpretación para seguir el recorrido con la señalización preventiva que se encarga de guiar al usuario en el sendero será dibujada sobre los arboles grandes y a la vista sobre el transcurso del sendero.

El color de la señalización depende del sendero. En el recorrido del cráter no existen árboles. Será únicamente en el sendero mencionado donde se podrá aplicar estacas no mayores a un metro de altura para guiar el recorrido.

Imagen 33: Señalización en árboles













Señalamientos preventivos				
Sendero	Marca de continuidad del camino	Marca de cambio de dirección hacia la izquierda	Marca de cambio de dirección hacia la derecha	Marca de dirección equivocada
Sendero del Cráter				
Sendero parque de los Venados a el Cráter				
Sendero la Ciénega a parque de los Venados				

Imagen 32: estacas



Fuente: Imagen obtenida en google



Elaboración propia con base a FEDME (2014)

La señalización del recorrido de los senderos debe estar presente en cada intersección o donde sea necesario señalar dependiendo de las características del entorno o la modalidad del sendero o cuando se encuentra con un sendero no señalizado. Al momento de dar vuelta o cambio de sentido también debe estar presente la señalización. (Ver imagen 34)

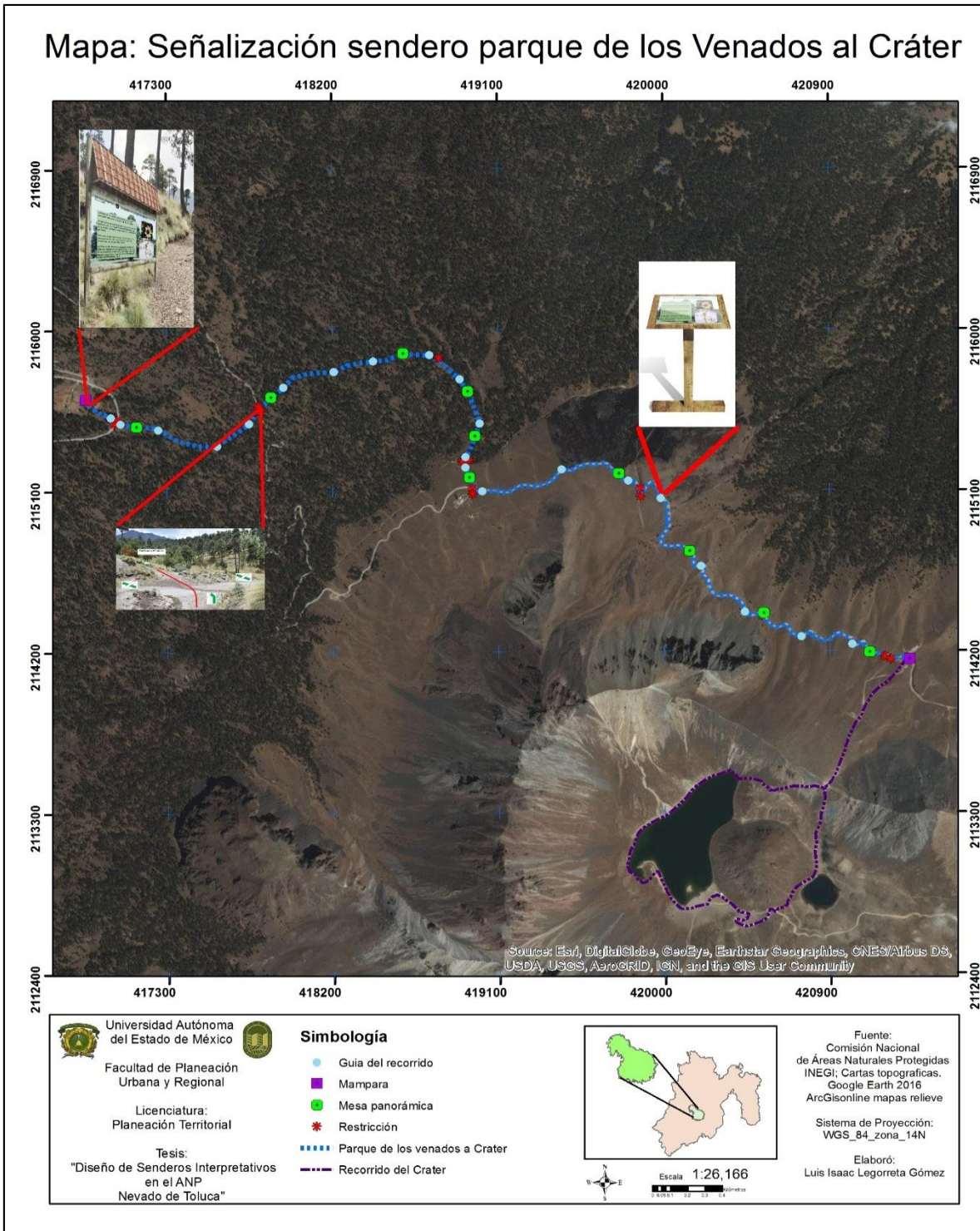
Imagen 34: Forma de señalización



Fuente: Elaboración propia con base a FEDME (2014)

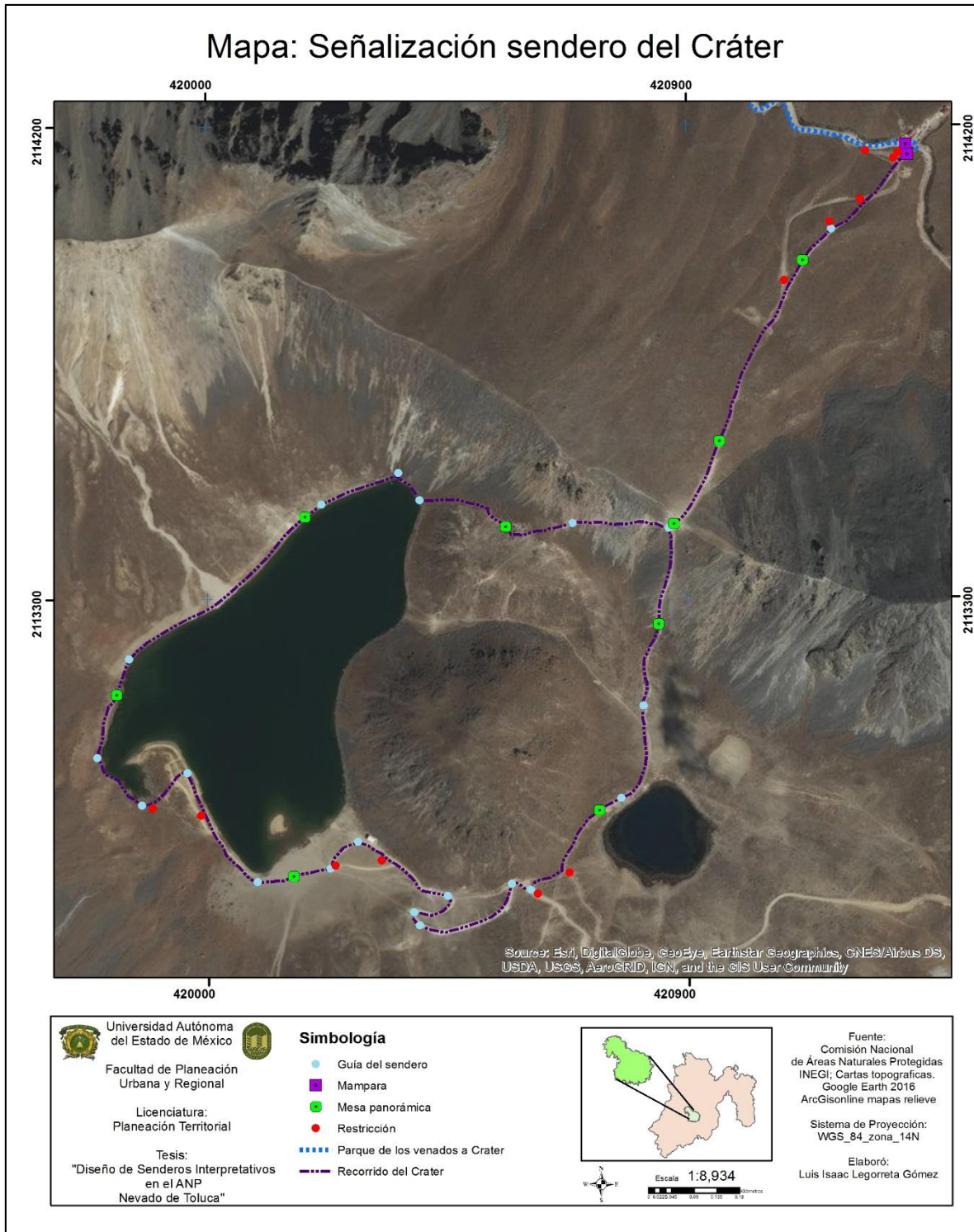
Finalmente se muestra el diseño de la representación geográfica donde se presenta la ubicación de las mamparas, mesas panorámicas y los señalamientos que guían el recorrido de los tres senderos interpretativos.

Mapa: 13: Señalización parque de los Venados al Cráter ilustrado



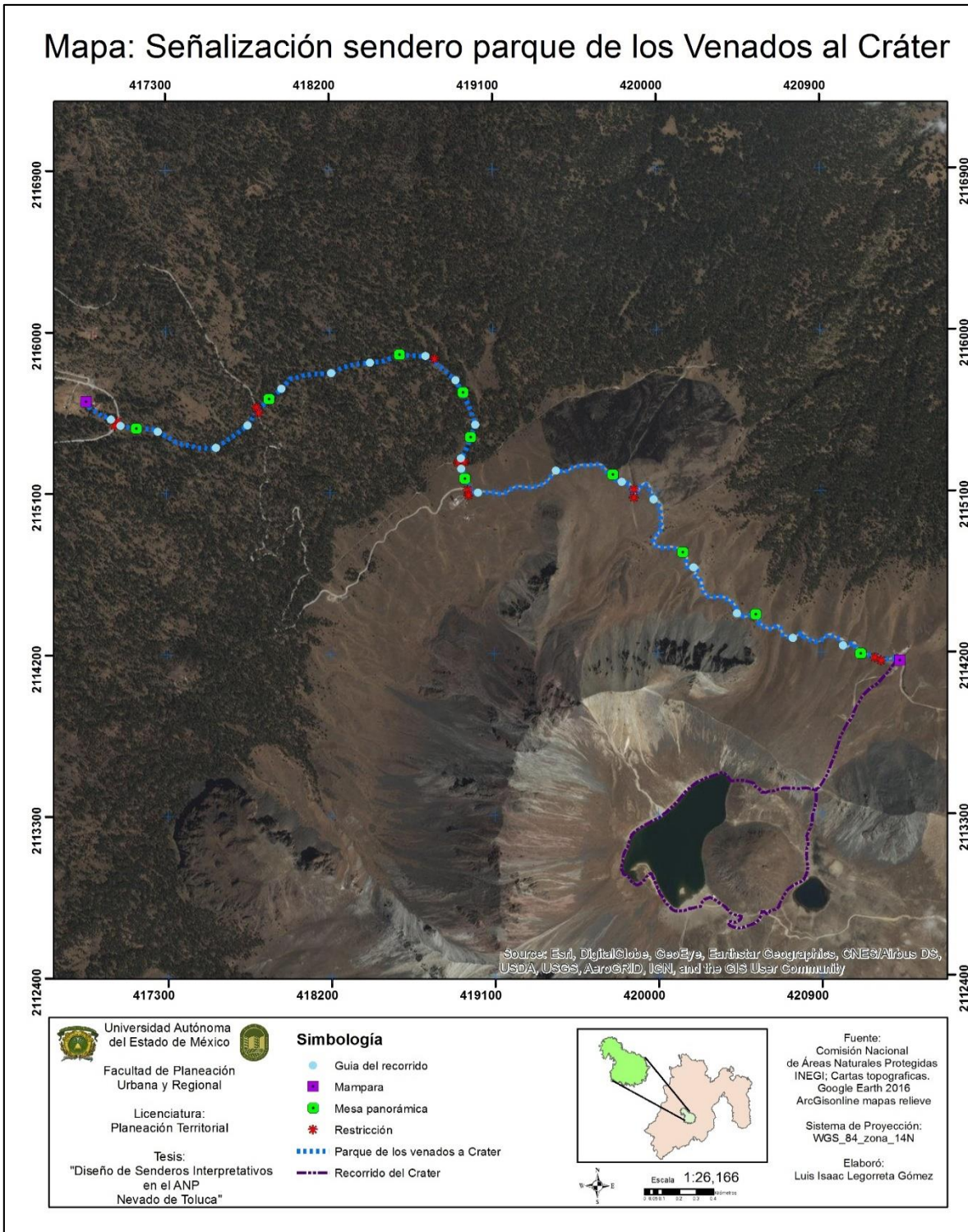
Elaboración propia con base a CONANP (2013).

Mapa 14: Señalización sendero del Cráter



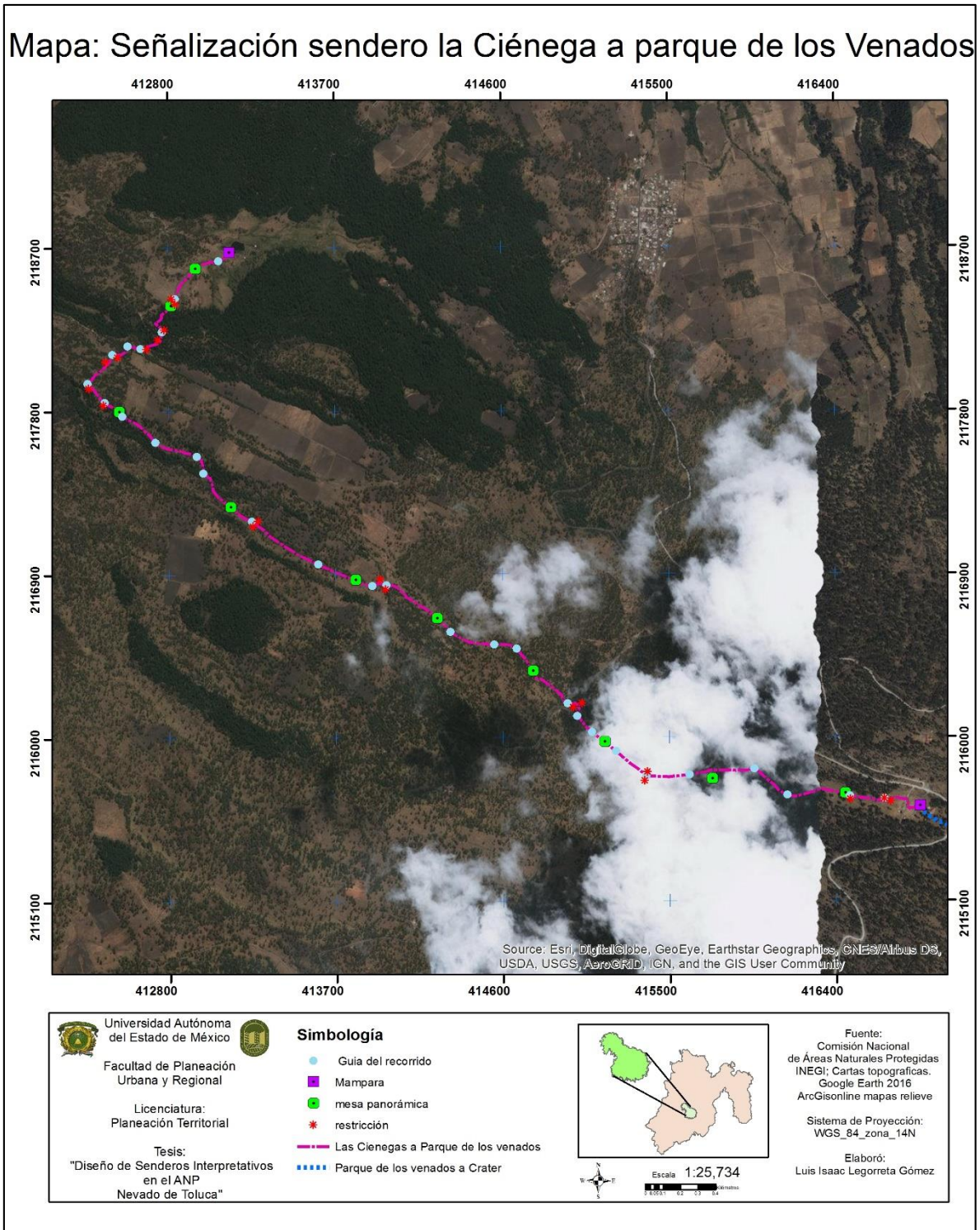
Elaboración propia con base a CONANP (2013).

Mapa: 15: Señalización parque de los Venados al Cráter



Elaboración propia con base a CONANP (2013).

Mapa 16: Señalización sendero la Ciénega a parque de los Venados



Elaboración propia con base a CONANP (2013).

En cada sendero interpretativo se propone colocar una mampara al inicio y al final del recorrido. Posteriormente en el trayecto del recorrido cada sendero deberá contar con nueve mesas panorámicas enfocadas en informar a los usuarios sobre el entorno natural que se visita así como información preventiva. Finalmente los senderos estarán guiados por señalización pintada sobre el arbolado y con estacas en el caso de no existir arbolado para marcar el trayecto así como marcas de restricciones sobre los senderos no señalizados para evitar extravíos de los visitantes. De este modo el sendero del cráter contará con 21 guías de señalamiento y 13 restricciones. El sendero parque de los Venados al Cráter contará con 21 señalamientos que guiarán el recorrido y 13 señalamientos de restricción y el sendero la Ciénega al parque de los Venados serán 31 señalamientos de guía del recorrido y 20 de restricciones. Respecto al costo aproximado de cada una de las mamparas, mesas panorámicas y señalamientos en los árboles se considera lo siguiente

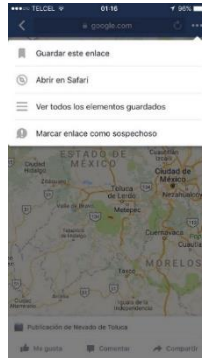
Para hacer más seguro el recorrido y el usuario conozca en qué lugar se encuentra exactamente se propone mediante la herramienta de GoogleMaps la descarga del recorrido del sendero mediante un teléfono celular.

5.5 Recorrido de senderos interpretativos mediante Google Maps

Las herramientas tecnológicas mejor conocidas como TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicación) permiten obtener y compartir información mediante dispositivos móviles, computadoras, entre otras. Permitir la descarga del recorrido de los senderos interpretativos de manera gratuita. Solo es necesario contar con un dispositivo móvil y acceso a internet al momento de consultar el mapa. Mediante la herramienta de GPS permite que el usuario esté informado del sitio donde se encuentra. Brinda seguridad al conocer su ubicación actual y estimar la trayectoria del recorrido.

Paso 3.- seleccionar el navegador predeterminado del celular y dar click sobre el.
(en este caso el navegador es “Safari”)

Imagen 37: gps



Fuente: Imagen obtenida de www.googlemaps.com

Paso 4.- posicionarte sobre el inicio o final del sendero y seguir la ruta marcada del mapa. (durante el trayecto podras identificar los señalamientos informativos y preventivos del ANP)

Imagen 38: GPS googlemaps



Fuente: Imagen obtenida de www.googlemaps.com

Durante el recorrido es probable que el celular con el que se realiza la identificación del sendero mediante GPS pierda la señal ya que los senderos se sitúan en zonas de poca recepción. Se recomienda que antes de arribar al ANP Nevado de Toluca se descargue el mapa en modo “mapas sin conexión” para no perder el recorrido del GPS.

Conclusiones

La importancia de las ANP se debe a que están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en el país. Las ANP son una fuente de ingresos esencial para los habitantes de ellas ya que al estar bajo un régimen de protección las actividades de aprovechamiento de los recursos naturales es controlado. Aunado a esto el desarrollo del turismo sustentable es una opción favorable para mantener y preservar los recursos naturales de las ANP y al mismo tiempo generar una fuente de ingresos para la población sin perjudicar considerablemente el entorno natural.

Las Áreas de Protección de Flora y Fauna (APFF) son una de las 6 categorías de ANP existentes en el país, y constituyen los lugares que contienen los hábitat de cuyo equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de las especies de flora y fauna silvestres. En dichas áreas se permite la realización de actividades relacionadas con la preservación, repoblación, propagación, aclimatación, refugio, investigación y aprovechamiento sustentable de las especies mencionadas, así como las relativas a educación y difusión en la materia.

Las APFF están destinadas a la conservación de la diversidad biológica y la utilización sustentable de los recursos de flora y fauna silvestre, acuática o terrestre. En ellas se permite el aprovechamiento comercial de los recursos naturales bajo planes de manejo, aprobados, supervisados y controlados por la autoridad nacional competente. Albergan los hábitats de los cuales depende la existencia de las especies tanto de flora como de fauna silvestre que en ella se encuentran, incluyendo las especies endémicas.

En el Estado de México, destaca el APFF decretada en el Volcán Xinantecatl o Nevado de Toluca, debido a su diversidad de flora y fauna y la importancia de

recarga en los mantos acuíferos para el suministro de agua del Valle de Toluca y México. Sin embargo se ha visto afectado por la variabilidad climática que ha disminuido la nieve en el invierno y en otros periodos las temperaturas son más cálidas. Hasta hace unos años se podía acceder al cráter en auto lo que favorecía la erosión del suelo presente.

De acuerdo con CONANP (2014) el cambio del clima en el lugar se debe a la pérdida de cobertura vegetal, lo cual ha provocado un cambio en la retención de humedad en el ambiente y en los suelos del bosque, función que cumplían los árboles. Gran parte del problema del Nevado de Toluca se debe a la pérdida de cobertura forestal con fines de aprovechamiento maderable, por el cambio de uso de suelo que se observa, con el acelerado crecimiento de las tierras de cultivo. Otra problemática actual que enfrenta el ANP refiere al aprovechamiento turístico de los recursos, ya que el usuario promedio al visitar las ANP no lleva la suficiente información de cómo respetar el entorno y las actividades permitidas en su interior. De acuerdo a Osorio, Espinosa, Regil, Nava y Ramírez (2011), el visitante del ANP Nevado de Toluca mantiene un comportamiento masivo y depredador que el típico de los destinos convencionales, pues revela el predominio de sus hábitos de consumo por encima de la conservación del paisaje natural, una auténtica conciencia y compromiso por revertir el deterioro ecológico.

Por otra parte el turismo también genera importantes impactos ambientales sin importar el tipo de visitante, por lo que es necesario planificar el adecuado desarrollo de la actividad y el aprovechamiento recreativo de los recursos naturales. Una de las estrategias de mayor trascendencia en la actualidad, refiere a la existencia de senderos y rutas de ascenso para el esparcimiento de turistas y visitantes, que al mismo tiempo le proporcione información del entorno y la importancia de la conservación ambiental.

De este modo una alternativa que pretende beneficiar la conservación ambiental en el APFF Nevado de Toluca es la implementación de senderos interpretativos que son de acuerdo con FEDME (2014) una instalación deportiva identificada por señalamientos que se desarrolla preferentemente en el medio natural y sobre viales tradicionales y que se encuentra homologado. Sus características han de posibilitar su uso por la mayoría de los usuarios y a lo largo de todo el año, pudiendo estar regulado por motivo ambiental y/o de seguridad.

Por ello, la presente investigación tuvo como objetivo general, analizar las variables del entorno natural, social y económico del ANP Nevado de Toluca que permita el diseño de senderos interpretativos que favorezca la conservación ambiental.

El trabajo destaca con dos momentos centrales para el desarrollo de la propuesta de senderos interpretativos: por un lado, se orienta al análisis de la oferta de servicios y los actores locales que intervienen en la administración del APFF para identificar el interés de implementar senderos interpretativos dentro del parque. A lo cual los actores involucrados respondieron de manera favorable a la intención de la investigación al manifestar que es útil la implementación de senderos interpretativos para evitar el extravío de visitantes y al mismo tiempo informar a los usuarios la forma correcta de interactuar con el medio ambiente.

Por otra parte el análisis de un estudio de CCR permitió valorar el número de visitantes adecuado para no perjudicar el ANP siendo el resultado que en el sendero del cráter pueden acceder 1,342 personas al día. En el sendero del parque de los venados 1,271.04 visitantes por día y finalmente en el sendero de las Ciénegas 1,883.24 visitantes por día sin embargo aún es posible continuar analizando la CCR ya que en la investigación no se tomaron en cuenta los aspectos de infraestructura y servicios que ofrece el parque, pero sin duda, deberán ser considerados en una investigación futura.

Así mismo del análisis FODA aplicado para identificar las características del ANP apropiadas para el aprovechamiento del turismo, resultó que las debilidades tienen gran incidencia en el ANP haciéndola vulnerable principalmente en problemas de contaminación y erosión, sin embargo las fortalezas tienen la misma magnitud, pues los recursos con los que cuenta el ANP son viables para la explotación turística sustentable con una propuesta en desarrollo de senderos interpretativos. Tomando en cuenta las debilidades y amenazas se considera que el ANP está expuesto al aumento del cultivo y aumento de la zona urbana siendo las fortalezas y oportunidades un gran aporte para potencializar el turismo en el parque ya que el ANP cuenta con significativa belleza paisajística que es óptimo para la implementación de senderos interpretativos dentro del parque considerando las especificaciones y limitaciones de uso turístico dentro del plan de manejo del APFF Nevado de Toluca.

Finalmente se realizó el diseño de senderos interpretativos con base a las aportaciones de SECTUR (2004) y de FEDME (2014), obteniendo como resultado la propuesta de tres senderos interpretativos: dos de tipo lineal y uno de tipo circuito. Además se consideró una señalización de senderos e instalación de soportes adecuados, que permiten un recorrido que enriquece la experiencia con información representativa del ANP, marcando las actividades restringidas y permitidas en cada recorrido a partir de tres tipos de señalamiento: informativos, preventivos y restrictivos.

Sin duda en la puesta en marcha y consolidación de senderos interpretativos en el Nevado de Toluca constituye una estrategia válida para el adecuado aprovechamiento recreativo de los recursos naturales, conservación ambiental y la participación social de los actores locales. Sin embargo precisa de otros estudios e investigación que fortalezcan el proceso de planificación de la actividad turística en

este lugar, considerando entre otros, un estudio de mercado que posibilite identificar las condiciones de la oferta, demanda y competencia, un estudio técnico para valorar la disponibilidad de recursos materiales, que además considere la instalación de servicios complementarios de estacionamientos, seguridad, sanitarios, hidratación y atención médica a los usuarios, un análisis financiero que permita estimar los gastos de inversión y de retorno de capital del proyecto, pero sobre todo la vinculación directa de la población local en las etapas de planificación y gestión, con la finalidad de establecer una estructura administrativa que permita la participación directa de los actores locales y la canalización de los beneficios generados en función de sus propias necesidades y expectativas.

Respecto a la temática de senderos interpretativos en el ANP en México es fundamental apoyar este tipo de iniciativas para la conservación de las ANP y una fuente de ingreso para los habitantes locales. Así mismo las TIC son una herramienta útil para potenciar los senderos interpretativos como un desarrollador integral que favorezcan la conservación de las ANP y los entornos naturales en general sin dejar a un lado a los turistas. De este modo es necesario gestionar proyectos que favorezcan la conservación ambiental, coordinados con los actores locales y prestadores de servicios, permitiendo una capacitación del personal para ofrecer servicios turísticos de calidad trabajando y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Referencias

- Agudelo Betancur, J A; Ruiz Henao, M I; (2006). Planificador de Rutas Turísticas Basado en Sistemas Inteligentes y Sistemas de Información Geográfica RUTASIG. Revista Avances en Sistemas e Informática. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=133114988008>
- Cañada, Ernesto (2011) Turismo en Centroamérica, nuevo escenario de conflicto social. Investigación y comunicación para el desarrollo Alba Sud. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/32057599/Turismo-en-Centroamerica-nuevo-escenario-de-conflicto-social>
- Center for International Forestry Research* (2016) Pagos por servicios ambientales. Recuperado de <http://www.cifor.org/>
- CEPANAF (2017) Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca. Toluca México. Recuperado de http://cepanaf.edomex.gob.mx/parque_nevado_toluca
- Cifuentes, Miguel. Arias Carlos Alberto B. Mesquita Jasmina Méndez María. Eugenia Morales Naikoa. Aguilar Delmar Cancino. Melibea Gallo Mario Jolón Carla. Ramírez Natasha Ribeiro Eduardo. Sandoval Mónica Turcios (1999). Capacidad de carga turística de las áreas de uso público del Monumento Nacional Guayabo, Costa Rica. Recuperado de http://awsassets.panda.org/downloads/wwfca_guayabo.pdf
- Codina Jiménez, A; (2011). Deficiencias en el uso del FODA causas y sugerencias. Revista Ciencias Estratégicas, 19() 89-100. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=151322413006>
- CONABIO (2017) SEMARNAT, CONANP Recuperado de: <http://www.conabio.gob.mx/uicn/SEMARNATCONANP.html>
- CONAFORT (2017) ¿Qué es CONAFORT? Recuperado de: <http://www.conafor.gob.mx/web/nosotros/que-es-conafor/>

- CONANP (1996) Listados florísticos y faunísticos del Parque Nacional Nevado de Toluca, México. México
- CONANP (2013). Estudio Previo Justificativo para la Modificación de la Declaratoria del Parque Nacional Nevado de Toluca, Estado de México. Recuperado de <http://www.conanp.gob.mx/anp/consulta/BORRADOR%20PM%20NEVADO%20DE%20TOLUCA-311013.pdf>
- CONANP (2014) Programa de pago de servicios ambientales en áreas naturales protegidas. Recuperado de <http://conanp.gob.mx/acciones/programa.php>
- CONANP (2016) Mapa de áreas naturales protegidas. México, D.F http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/mapa.php
- CONANP (2017) áreas naturales protegidas decretadas. CDMX. recuperado de: <http://www.gob.mx/conanp>
- CONAPO (2010) Situación demográfica. Recuperado de http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Situacion_Demografica_Publicaciones
- ESRI (2017) Misión, visión y glosario <http://www.esri.com/>
- Eniele Sonaglio, K; da Silva Bueno, L; (2009). Zonificación, ocupación y uso del suelo por medio del SIG: una herramienta en la planificación sustentable del turismo. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 18() 381-399. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180714241002>
- FEDME (2014) Manual de señalización de senderos GR®, PR® y SL®. Edición digital. Recuperado de http://misendafedme.es/wp-content/uploads/2015/01/ManualSenderosFEDME_RED.pdf
- Franco Maass, S; Ordóñez Díaz, J A B; Regil García, H H; (2006). Dinámica de perturbación-recuperación de las zonas forestales en el Parque Nacional Nevado de Toluca. *Madera y Bosques*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61712103>
- González, A (1986). Descripción y aspectos fitogeográficos de la vegetación alpina del Nevado de Toluca, México. Facultad de Ciencias, UNAM.

- Gobierno de la República (2014) programa nacional de áreas naturales protegidas
Recuperado de
<http://catalogo.datos.gob.mx/dataset/programas/resource/f88d17b5-1cae-46ad-b0e7-a39e1474c037>
- Ibáñez Reyna, Rodríguez Villa Lobos Ismael (2012) Tipologías y antecedentes de la actividad turística: turismo tradicional y turismo alternativo. Recuperado de <http://www.publicaciones.inecc.gob.mx/libros/669/tipologias.pdf>
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, (2006). Los Sistemas de Información Geográfica. *Geoenseñanza*, 11() 107-116. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36012424010>
- INAH (2015) Zona arqueológica de teotenango. Toluca, México. Recuperado de <http://www.inah.gob.mx/es/zonas/44-zona-arqueologica-de-teotenango>
- INEGI (2010) Censos y conteos de población y vivienda 2010. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/CCPV/>
- INEGI (2017) Mapa digital de México. . Recuperado de <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/>
- IUCN, (2017) International Union for Conservation of Nature. Recuperado de <https://www.iucn.org/>
- Jiménez García Perfecta. Ma. Esthela (2002) Cuenca hidrográfica terrerillos del municipio de Zinacantepec, Estado de México: Diagnóstico ambiental cualitativo y propuestas de manejo. Facultad de Geografía, UAEMéx.
- LGEEPA (2014). Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de áreas naturales protegidas. Distrito Federal, México.
- LGEEPA (2017) Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. CDMX, México

- Linares, R; Gómez R., H; (2006). SIG: un arma para la frontera. *Aldea Mundo*, 11() 73-86. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54302009>
- Mello Gallegos; (2002). Áreas Naturales Protegidas de México en el Siglo XX. *Temas Selectos de Geografía*. (15-29).
- Mikery Gutiérrez, Mildred Joselyn; Pérez-Vázquez, Arturo; Piñar Álvarez, María de los Ángeles; García Albarado, J. Cruz; Asiain Hoyos, Alberto; (2013) *Potencial agroecoturístico del estado de Veracruz mediante un Sistema de Información Geográfica*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Estado de México, México. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/2631/263128352016.pdf>
- Nava Bernal, G; Regil García, H H; Franco Maass, S; González Esquivel, C; (2006). Cambio de uso del suelo y vegetación en el Parque Nacional Nevado de Toluca, México, en el periodo 1972-2000. *Investigaciones Geográficas (Mx)*, () 38-57. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56906104>
- Osorio García, M; Espinosa de los Monteros, G N; Regil, H H; Nava Bernal, G; Franco Maass, S; Ramírez de la O., I L; (2011). El visitante del Parque Nacional Nevado de Toluca, México. Análisis del comportamiento en un área natural protegida. *Investigaciones Geográficas (Mx)*, () 56-70. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56921271005>
- OMT (2001), *Apuntes de Metodología de la Investigación en Turismo*. Madrid, OMT. Recuperado de: <http://www2.unwto.org/es>
- OTM (2010) *Organización mundial del turismo*. Recuperado de: <http://www2.unwto.org/es>
- OMT (2016) *El turismo: un fenómeno económico y social*. Recuperado de <http://www2.unwto.org/es/content/por-que-el-turismo>
- Palacios Prieto, José Luis (1989) *Dstrucción de tierras en el flanco Oriental del Nevado de Toluca, el caso de la cuenca del arroyo el zaguán*. Instituto de Geografía, UNAM. Recuperado de <http://biblat.unam.mx/es/revista/boletin->

- del-instituto-de-geografia-unam/articulo/destruccion-de-tierras-en-el-flanco-oriental-del-nevado-de-toluca-el-caso-de-la-cuenca-del-arroyo-el-zaguan
- Phillips D. Victor (2006). Manual para la modificación de senderos interpretativos en ecoturismo. Recuperado de: <http://www.ecoingenieros.com.ar/lc/bibliografia/manual%20senderos%20interpretativos-mexico%20.pdf>
- Prados Velasco, María José; Vahí Serrano, Amalia; (2011). El diseño de itinerarios turísticos para la puesta en valor del patrimonio territorial. Las acequias de careo en el parque nacional de sierra nevada. *Cuadernos de Turismo*, Sin mes, 785-809. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/398/39820898042.pdf>
- PROBOSQUE (2016) Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos <http://probosque.edomex.gob.mx/desarrolloforestal/pago-por-servicios-ambientales-hidrologicos>
- Regil García, H. (2005) Análisis del cambio de uso de suelo y vegetación para la obtención de la dinámica de perturbación-recuperación de las zonas forestales en el Parque Nacional Nevado de Toluca 1972-2000. Facultad de Geografía, UAEMéx
- Puente Santos, E D; Pérez Ramírez, C A; Solís Barrón, C I; (2011). Capacidad de carga en senderos turísticos del centro de cultura para la conservación piedra herrada, MÉXICO. *Quivera*, 13() 93-114. Recuperado de <http://4www.redalyc.org/articulo.oa?id=40119956005>
- Regil-García, H H; Osorio-García, M; Franco-Maass, S; Nava-Bernal, G; (2009). Evaluación multicriterio de los recursos turísticos: Parque Nacional Nevado de Toluca - México. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 18() 208-226. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180714240006>
- Rodríguez, Edwin Andrés (2011). Evolución histórica del turismo. Recuperado de. http://vinculando.org/vacaciones_viajes/turismo_sostenible/3_evolucion_historica_del_turismo.html

- Rodríguez Velázquez, V; Franco Maass, S; Osorio García, M; Regil García, H H; Nava Bernal, G; (2013). Planificación del desarrollo recreativo-turístico sustentable en el ejido La Peñuela, Parque Nacional Nevado de Toluca, México. *Teoría y Praxis* () 25-58. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=456145104003>
- Secretaría de desarrollo urbano. (2007). Plan Estatal de Desarrollo Urbano. Recuperado de: http://seduv.edomexico.gob.mx/dgau/pdf/plan_estatal/D-11.pdf
- SECTUR (2004) Guía para el diseño y operación de senderos interpretativos. Recuperado de http://www.semahn.chiapas.gob.mx/portal/descargas/guardaparques/articulos/senderos_interpretativos.pdf
- SECTUR (2017) Normalización Turística. Recuperado de: <https://www.gob.mx/sectur/acciones-y-programas/normalizacion-turistica>
- SECTUR (2017) Glosario. Recuperado de <http://datatur.sectur.gob.mx/SitePages/Glosario.aspx>
- Segrado, R; Palafox Muñoz, A; Arroyo, L; (2008). Medición de la capacidad de carga turística de Cozumel. *El Periplo Sustentable*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193420270003>
- SEMARNAT (2016) Resumen del Programa de Manejo del Área Natural Protegida con categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca. Recuperado de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5457780&fecha=21/10/2016
- Vidal, Luz Marina. Moncada, José Alí (2006) Los senderos de interpretación ambiental como elementos educativos y de conservación en Venezuela. Universidad Pedagógica Experimental. Libertador Instituto Pedagógico de Caracas. Recuperado de:

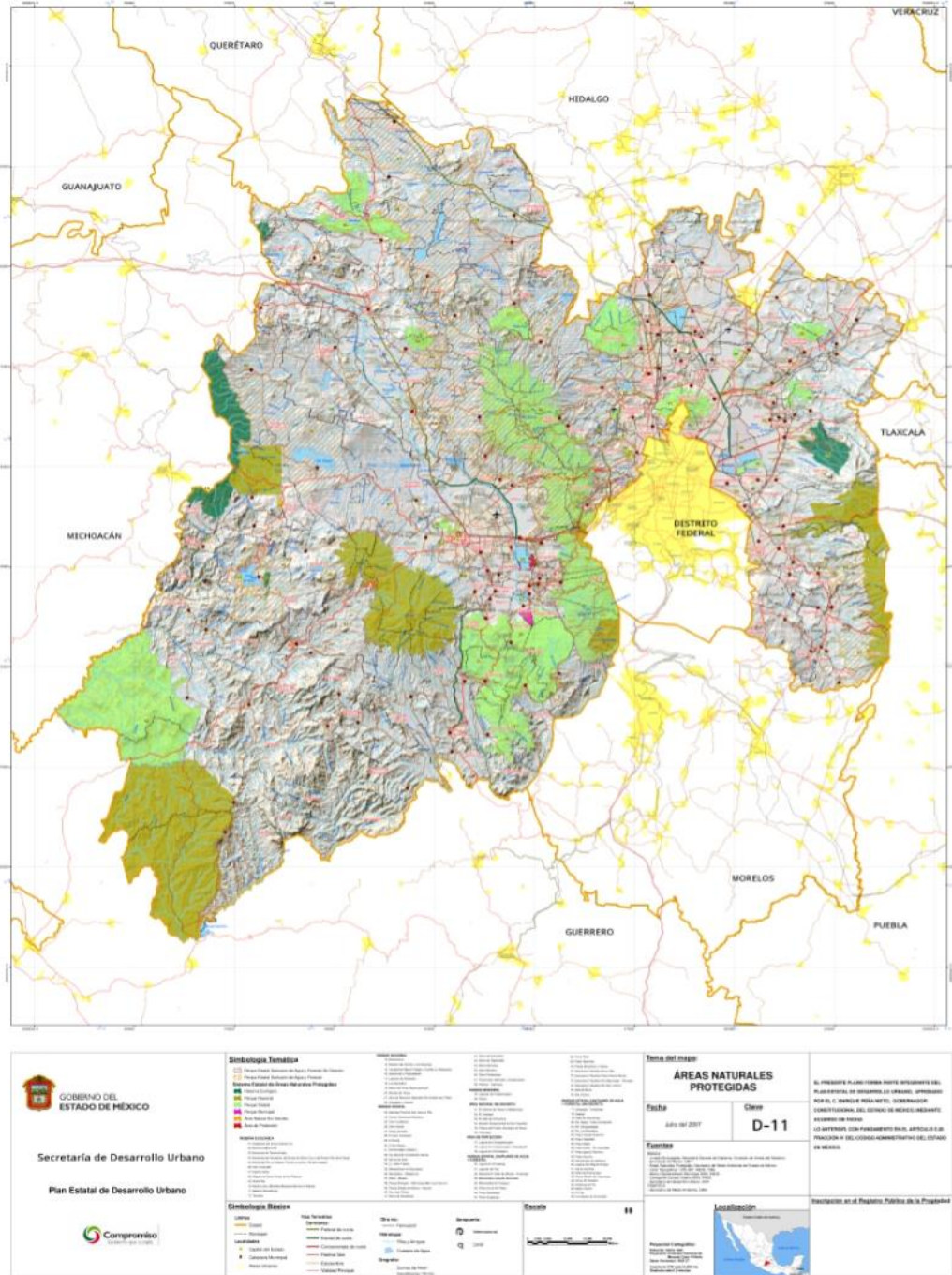
https://www.researchgate.net/publication/28202042_Los_senderos_de_interpretacion_ambiental_como_elementos_educativos_en_Venezuela

Vilchis I. (2006) Cartografía Morfoedáfica escala 1:20000; 7 Estudios de caso en el Volcán Nevado de Toluca, México. Facultad de Geografía, UAEMéx.

WCPA (2017) *World Commission on Protected Areas*. Recuperado de <https://www.iucn.org/theme/protected-areas/wcpa>

Anexos

Anexo 1 Áreas Naturales Protegidas en el Estado de México



Fuente: Secretaria de desarrollo urbano (2007)



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Planeación Urbana y Regional



Anexo 2 Guion de entrevista a los Actores locales

Objetivo: Analizar la importancia de implementar senderos interpretativos en el ANP nevado de Toluca con apoyo de los actores locales.

Instrucciones: marcar con una x la respuesta (s) que considere pertinente.

1.- Lugar de origen:

2.- Localidad: _____

3.- Edad:

4.- ¿Es ustedes **ejidatario** o **comunero**?

. ¿De qué comunidad? _____

3.- ¿Quién administra el parque?: _____

4.- ¿Cómo se organiza? _____

5.- ¿Cuánto asciende su ingreso al trabajar aquí?:

6.- ¿Qué función desarrolla dentro del parque?:

7.- ¿Cómo gestionó su espacio de trabajo?

8.- ¿Cuál es su opinión respecto al turismo?

9.- Conoce usted el programa de manejo del ANP Nevado de Toluca?

10.- ¿Sabe que actividades están permitidas? ¿y en que áreas?

11.- ¿Ha recibido algún apoyo para realizar sus actividades? ¿Y por parte de quién?

11 ¿cuáles son los beneficios que genera el turismo?

12.- ¿Cuáles son las desventajas que genera el turismo?

13.- ¿Cuál considera que es el impacto ambiental más significativo que generan los visitantes?

14.- ¿qué servicios son los que se ofertan al turismo?

15.- ¿Qué tipos de servicios considera que son necesarios en el ANP?

16.- ¿En qué condiciones encuentra la señalización y acceso a este ¿Le gustaría que hubiera más señalización informativa y preventiva en el ANP?

17.- ¿Considera como una herramienta útil implementar senderos interpretativos para impulsar el turismo y la conservación ambiental en el ANP?

a) si b) no ¿por qué?_____

18.- ¿Le gustaría participar en la prestación de servicios relacionados relacionadas con los senderos interpretativos? (acceso, guías, mantenimiento, seguridad, información) ¿de qué le gustaría participar?

19.-¿Considera que un proyecto de senderos debería ser implementado por la localidad?

20.- ¿Estaría dispuesto a contribuir? ¿de qué forma? (dinero, recursos materiales, trabajo)

21.- ¿Cuáles son los lugares más significativos que se deberían incluir para el diseño de un recorrido de un sendero?

22.- ¿Cuánto creé que debería de costar un recorrido en los senderos interpretativos?

Fuente: Elaboración propia



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Planeación Urbana y Regional



Anexo 3 Cuestionario dirigido a los turistas

Objetivo: Analizar la importancia de implementar senderos interpretativos en el ANP nevado de Toluca con apoyo de los usuarios.

- 1.- Procedencia: Toluca__ CDMX__ Metepec__ Tenango__ Zinacantepec__ Otro__
2.- Nacionalidad: Mexicana__ Otro__
3.- Genero: a) femenino b) masculino
4.- Estado civil: a) casado b) soltero c) otro: _____
5.- Edad: 18-28__ 29-38__ 39-48__ 49-58__
6.- Ocupación: _____

- 7.- ¿Qué medio de transporte utilizó para llegar aquí?
a) automóvil propio d) motocicleta
b) autobús rentado e) autobús de servicio público
c) otro: _____

- 8.- Usted viene acompañado de:
a) pareja __ d) amigos __
b) grupo __ e) sólo __
c) familia __

- 9.- Aproximadamente ¿cuánto tiempo cree que permanecerá en éste lugar?
a) menos de 1 hora b) entre 1 y 2 horas c) un día completo

10.- ¿Cuál es el motivo de su visita?

- a) investigación__ b) cultura__ c) ejercicio__ d) otra _____

11.- ¿En qué condiciones encuentra la señalización y acceso a este lugar?

- a) buena__ b) regular__ c) mala__

12) Que tipos de servicios considera que son necesarios en el ANP?

Señalización__ Sanitarios__ estacionamiento__ área de comida__ vigilancia__ servicio médico__ guías__ otro _____

13) ¿Qué lugares del Nevado de Toluca conoce?

- a) las peñuelas ____ b) lagos del sol y la luna ____ c) barranca camino cortado __ d) parque de los venados ____

14) ¿Le gustaría que hubiera más señalización informativa y preventiva en el ANP?

si__ no__ ¿por qué? _____

15) ¿Conoce el concepto de senderos interpretativos?

si__ no__

16).- ¿Considera que un sendero interpretativo es necesario para dar a conocer las características del ANP, así como el adecuado uso y educación ambiental?

si ___ no___ ¿por qué?_____

17).- ¿Considera que un sendero interpretativo puede minimizar los extravíos de visitantes?

si ___ no___ ¿por qué?_____

18).- Considera como una herramienta útil implementar senderos interpretativos para potencializar el turismo en el ANP?

si ___ no___ ¿por qué?_____

Anexo 4 Cálculo para la estimación de la CCF del turismo en el ANP

Por tanto para determinar la CCF de cada uno de los senderos se deducen las siguientes fórmulas:

$$CCF = (S/SP) (NV)$$

Recorrido del Cráter

$$CCF = (5,250/4) (3.3)$$

$$CCF = (1,312.5) (3.3)$$

$$CCF = 4,331.25$$

Así, el número de visitas de una persona es de 3.3 visitas por día, por lo que al aplicar la fórmula CCF, resulta un total de 4,331.25 visitantes al día en el sendero del Cráter.

Recorrido Parque de los venados al Cráter

$$CCF = (6,355/4) (2.5)$$

$$CCF = (1,588.75) (2.5)$$

$$CCF = 3,971.875$$

Así, el número de visitas de una persona es de 2.5 visitas por día, por lo que al aplicar la fórmula CCF, resulta un total de 3,971.875 visitantes al día en el sendero del Cráter.

Recorrido las Ciénegas a el Parque de los venados

$$CCF = (8,370/4) (2.5)$$

$$CCF = (2,092.5) (2.5)$$

$$CCF = 5,231.25$$

Así, el número de visitas de una persona es de 2 visitas por día, por lo que al aplicar la fórmula CCF, resulta un total de 5,231 visitantes al día en el sendero del Cráter. Con base a los supuestos generales para el cálculo de CCF retomados por Segrado *et al.* (2008), es necesario considerar: a) flujo de visitantes en doble sentido en ambos senderos; b) espacio requerido por persona para moverse libremente (4m lineales). Tomando en cuenta que la distancia pública debe ser de 3.5 m. a 7.25 m. lineales entre personas, y el espacio mínimo, antes de considerarse hacinamiento, debería ser de 2 m. lineales entre una persona y otra. En este trabajo se emplea el criterio de 4 m lineales para cada persona.

b) Capacidad de carga real (CCR): Se sometió la CCF a una serie de factores de corrección, particulares para cada sitio. Los factores de corrección considerados en este estudio fueron:

- a) Factor social (FCsocial)
- b) Erodabilidad (fCero)
- c) Precipitación (FCpre)
- d) Accesibilidad (FCac)

- a) Factor social (FCsocial): De acuerdo con Puente (2011) las variables analizadas corresponden al espacio mínimo requerido por cada visitante, por cada grupo y la distancia entre ellos, para evitar la sensación de hacinamiento (los valores son retomados por consideración de Cifuentes (1999).)

Número de personas por grupo (NP): 10

Distancia entre grupos (D): 50 metros

Espacio requerido por persona (E): 4 metros

Con estos datos se calculó la distancia por cada grupo, sumando la distancia existente y requerida, que resulta de la suma de los espacios individuales de cada integrante del grupo para los 3 senderos.

Distancia del grupo= (NP) + [(D) (E)]

Distancia del grupo = (50) + [(4) (10)]

Distancia del grupo = (50) + (40)

Distancia del grupo = 90m

De esta forma debe de existir una distancia 90 metros de distancia para grupo de visitantes que recorre el sendero.

El siguiente paso en el cálculo fue el número de grupos que pueden encontrarse simultáneamente en cada sendero, para lograr este dato, fue necesario realizar una división de la longitud total de cada uno de los senderos entre la distancia requerida por cada grupo.

- Recorrido del Cráter

Número de grupos= 5,250/90

Número de grupos= 58.3

- Recorrido Parque de los venados al Cráter

Número de grupos= 6,390/90

Número de grupos= 70.6

- Recorrido las Ciénegas a el Parque de los venados

Número de grupos= 8,370/90

Número de grupos= 93

Por tanto el número de grupos que pueden ubicarse dentro del sendero a pie, es 58.3, 70.6 y 93 tomando en cuenta la distancia mínima requerida entre grupos y el espacio utilizado por cada grupo dentro del terreno dependiente de los senderos del Cráter, Parque de los venados al Cráter y Ciénegas a Parque de los venados.

Así pues, para calcular el FCsoc es indispensable identificar el número de personas (P) que pueden estar simultáneamente dentro de cada sitio, tomado en cuenta los grupos de visitantes de la siguiente manera:

$$P = (\text{Numero de grupos}) (\text{Numero personas por grupo})$$

Recorrido del Cráter

$$P = (58.3) (10)$$

P= 583.33 personas pueden estar simultáneamente en un sitio del recorrido

Recorrido Parque de los venados al Cráter

$$P = (70.6) (10)$$

P= 706.11 personas pueden estar simultáneamente en un sitio del recorrido

Recorrido las Ciénegas a el Parque de los venados

$$P = (93) (10)$$

P= 930 personas pueden estar simultáneamente en un sitio del recorrido

Consecuentemente, se obtiene la magnitud limitante que se refiere a la porción del sendero que no puede ser ocupada ya que debe mantenerse al menos 50 metros de distancia entre grupos. Considerando que cada persona ocupa un 4m del sendero y los metros totales (Mt), la magnitud limitante (MI) es igual a: $MI = Mt - (P)(4)$

Recorrido del Cráter

$$MI = (5,250) - (58.33) (4)$$

$$MI = (5,250) - (2,333.33)$$

$$MI = 2,916.6 \text{ m}$$

Recorrido Parque de los venados al Cráter

$$MI = (6,355) - (706.11) (4)$$

$$MI = (6,355) - (2,824.44)$$

$$MI = 3,530.56 \text{ m}$$

Recorrido las Ciénegas a el Parque de los venados

$$MI = (8,370) - (930) (4)$$

$$MI = (8,370) - (3,720)$$

$$MI = 4,650 \text{ m}$$

Se determina la magnitud limitante en metros que quedan libres cuando se sitúan dentro de cada sendero el número máximo de personas. Entonces se aplica la fórmula para la determinación del FCsoc, el cual será utilizado en el cálculo de la CCR, en donde se divide la magnitud limitante entre los metros totales de cada sendero.

Recorrido del Cráter

$$FCsoc = 1 - 2,916.6/5,250$$

$$FCsoc = 1 - .55$$

$$FCsoc = .45$$

Recorrido Parque de los venados al Cráter

$$FCsoc = 1 - 3,530.56/6,355$$

$$FCsoc = 1 - .55$$

$$FCsoc = .45$$

Recorrido las Ciénegas a el Parque de los venados

$$FCsoc = 1 - 4,650/8,370$$

$$FCsoc = 1 - .55$$

$$FCsoc = .45$$

Respecto al FCsoc de los senderos del Cráter, Parque de los venados y las Ciénegas tomando en cuenta los agentes, como lo son la distancia entre grupos, número de personas por grupo, y el espacio mínimo utilizado por persona dentro

del sendero, resulta .45 la cantidad aplicada para reducir la capacidad de carga física en los 3 senderos.

- b) Factor de erodabilidad (FCero): con el fin de establecer los límites de los impactos que generan los recorridos a pie o en caballo sobre los senderos, se aplica este factor de reducción considerando la pendiente definida en tres rangos y grados de erodabilidad (Cifuentes, 1999).

Pendiente	Erodabilidad	Restricción de uso
Menor que 10%	Bajo	0
10% a 20%	Medio	1
Mayor que 20%	Alto	1.5

Fuente: elaboración propia con base a Cifuentes (1999)

Las zonas que tienen un nivel de riesgo de erosión medio o alto son las únicas consideradas significativas al momento de establecer restricciones de uso. Puesto que un grado alto de erodabilidad, presenta un riesgo de erosión mayor que un grado medio, se incorporó un factor de ponderación de 0 para el grado bajo, 1 para el grado medio de erodabilidad y 1.5 para el alto (Cifuentes 1999). Se calculó el factor de erodabilidad por senderos mediante la siguiente formula:

$$FCero = 1 - \frac{mpeM (1.5) + mpeA (1)}{mt}$$

Donde:

Mpe: metros de sendero con problemas de erodabilidad (Medio (M) y Alto (A))

Mt: metros totales de sendero

El porcentaje de la pendiente se obtuvo mediante la herramienta Google Earth en el apartado perfil de elevación de cada sendero.

Recorrido del Cráter

$$FCero = 1 - (90) (1.5) + 380 (1) / 5,250$$

$$FCero = 1 - 135 / 380 / 5250$$

$$FCero = 1 - 515 / 5250$$

$$FCero = 1 - .098$$

$$Fcer = .90$$

Recorrido Parque de los venados al Cráter

$$FCero = 1 - (30) (1.5) + 412 (1) / 6,355$$

$$FCero = 1 - 45 / 412 / 6355$$

$$FCero = 1 - 457 / 6355$$

$$FCero = 1 - .071$$

$$Fcer = .92$$

Recorrido las Ciénegas a el Parque de los venados

$$FCero = 1 - (55) (1.5) + 112 (1) / 8,370$$

$$FCero = 1 - 82.5 / 112 / 8370$$

$$FCero = 1 - 194.5 / 8370$$

$$FCero = 1 - .02$$

$$Fcer = .98$$

Así, en los senderos el FCero resulta .90, .92 y .98, mismo que se aplicó como reductor a la CCF, limitando la visitación de acuerdo al el nivel de susceptibilidad que el terreno tiene para la erosión. Siendo el valor más cercano a 1 el menos susceptible a erosión y valor que más alejado de 1 el más susceptible.

- c) Precipitación (FCpre): Es un factor que impide la visitación normal, por cuanto la gran mayoría de los visitantes no están dispuestos a hacer caminatas bajo

lluvia. Se consideraron los días de lluvia por mes estimados en el Servicio Meteorológico Nacional periodo 1981-2010, en los cuales la lluvia se presenta con mayor frecuencia en las horas de la mañana. A partir de esto se determinó que las horas de lluvia limitantes por día en este período son 4 horas (de 9:00 hrs a 13:00 hrs), lo que representa 130 días de lluvia. Multiplicando los días de lluvia con las horas promedio que dura al día se pudo calcular que son 520 horas de lluvia en el año. Con base en ello se calculó el factor de la siguiente manera:

$$FC_{pre} = 1 - \frac{hl}{ht}$$

Donde:

HI: Horas de lluvia limitantes por año (365 días * 4 hrs/día = 520 hrs)

ht: Horas al año que el monumento está abierto (365 días * 10hrs/día: 3,650 hrs)

$$FC_{pre} = 1 - \frac{520}{3650}$$

$$FC_{pre} = 1 - .14$$

$$FC_{pre} = .86$$

El valor de este factor de corrección es aplicable para los tres senderos debido a que la precipitación los afecta por igual.

d) Accesibilidad (FC_{ac}):

Pendiente	Erodabilidad	Restricción de uso
Menor que 10%	Bajo	0
10% a 20%	Medio	1
Mayor que 20%	Alto	1.5

Fuente: elaboración propia con base a Cifuentes (1999)

Los tramos que poseen un grado de dificultad medio o alto son los únicos considerados ya que los de menor grado de dificultad no representan una limitante significativa. Por lo tanto, se incorporó los factores de ponderación: grado de dificultad medio: 1 y grado de dificultad alto: 1.5. Dichos grados de ponderación correspondientes a la dificultad de magnitud significativa para el recorrido de los senderos, fueron empleados para la deducción de la siguiente fórmula:

$$FCac= 1 - (ma) (1.5)+ mm/ mt$$

Donde:

Ma: metros de cada sitio con dificultad alta.

Mm: metros de cada sitio con dificultad media.

Mt: metros totales del sitio.

Recorrido del Cráter

$$FCac= 1- (90) (1.5) + 380 /5250$$

$$FCac= 1- 135/380/5250$$

$$FCac=1- 515/5250$$

$$FCac= 1- .098$$

$$FCac= .90$$

Recorrido Parque de los venados al Cráter

$$FCac= 1- (30) (1.5) + 412 /6355$$

$$FCac= 1- 45/412/6355$$

$$FCac=1- 457/6355$$

$$FCac= 1- .071$$

$$Fcac= .92$$

Recorrido las Ciénegas a el Parque de los venados

$$FCac= 1- (55) (1.5) + 112 /8370$$

$$FCac= 1- 82.5/112/8370$$

$$FCac=1- 194.5/8370$$

$$FCac= 1- .02$$

$$FCac= .98$$

Para cada sendero una vez aplicada la formula en donde se contemplan los metros de mayor dificultad para el recorrido muestran el resultado para obtener posteriormente el grado de CCR.

- e) A continuación se muestra una tabla en la cual se agrupan los factores de reducción aplicados a cada uno de los senderos, la cual permitió calcular la CCR del ANP Nevado de Toluca.

Factor de corrección	Sendero: recorrido del Cráter	Sendero: Parque de los venados a el Cráter	Sendero: Las Ciénegas a Parque de los venados
a) Factor social (FCsocial)	.45	.45	.45
b) Erodabilidad (fCero)	.90	.92	.98
c) Precipitación (FCpre)	.86	.86	.86
d) Accesibilidad (FCac)	.90	.92	.98

Fuente: elaboración propia con base a Cifuentes (1999)

Anexo 5 Información incluida en mesas panorámicas

Mesas panorámicas Sendero del Cráter	Información
Mesa panorámica 1	El Nevado de Toluca cuenta con un cráter de 2 x 1.5 km de diámetro, abierto hacia el Este, formado por varios remanentes de estructuras antiguas que dejaron una morfología de picos, de los cuales destacan el Pico del Fraile con una altitud de 4,660 msnm y el del Águila con una altitud de 4,550 msnm, y donde en su interior contiene dos lagos cráter separados por un domo llamado “El Omblijo” (CONANP, 2013).
Mesa panorámica 2	El tipo de suelo predominante en el ANP Nevado de Toluca es el andosol, el cual se encuentra en cerca del 90% del área natural protegida. Se caracterizan por derivarse de cenizas volcánicas recientes ricas en alófanos (suelos mineralizados) en un clima semifrío subhúmedo.
Mesa panorámica 3	De las montañas que conforman el ANP descienden numerosos arroyos que contribuyen a la formación de las Regiones Hidrológicas Lerma-Santiago y la del Balsas a través de aproximadamente 61 arroyos permanentes descienden del Nevado de Toluca.
Mesa panorámica 4	Del Nevado de Toluca nacen los ríos Temascaltepec y Tilostoc, este último da origen a nutridos arroyos como La Garrapata, La Cascada y Los Hoyos que alimentan a la presa Valle de Bravo, cuya relevancia es estratégica para el “Plan Cutzamala”, que provee de agua a ciudades tan importantes por su número de habitantes como el Distrito Federal, Toluca y Ecatepec.
Mesa panorámica 5	Dentro del cráter existen dos lagos cráter conocidos localmente como lagunas del Sol y la Luna que se forman por la acumulación del agua de lluvia o de deshielo, y presentan una temperatura que oscila entre 2 y 7°C
Mesa panorámica 6	El lago del Sol tiene 400 m de largo por 200 de ancho y cubre una superficie de aproximadamente 200,000 m ² y, de la Luna es de 30,000 m ² , y en tiempo de lluvias la profundidad de la laguna del Sol es de aproximadamente 12 m, mientras que el de la Luna es de 14 m.
Mesa panorámica 7	Existe un lago intermitente de poca profundidad, nombrado la Estrellita, ubicado a un lado del lago de la Luna
Mesa panorámica 8	La flora registrada para el Nevado de Toluca asciende a 768 especies y 124 especies de hongos macromicetos que incluyen numerosas especies de hongos comestibles.

Fuente: Elaboración propia con base a CONANP (2013)

Mesas panorámicas Sendero parque de los Venados al Cráter	Información
Mesa panorámica 1	En la porción Oeste del Nevado de Toluca en los cerros conocidos como Las Palomas y San Antonio, en San Francisco Oxtotilpan, municipio de Temascaltepec, se han detectado dos colonias de mariposa monarca
Mesa panorámica 2	De las montañas que conforman el ANP descienden numerosos arroyos que contribuyen a la formación de las Regiones Hidrológicas Lerma-Santiago y la del Balsas a través de

*Diseño de senderos interpretativos en el Área de Protección de Flora y Fauna
Nevado de Toluca*

	aproximadamente 61 arroyos permanentes descienden del Nevado de Toluca.
Mesa panorámica 3	Del Nevado de Toluca nacen los ríos Temascaltepec y Tilostoc, este último da origen a nutridos arroyos como La Garrapata, La Cascada y Los Hoyos que alimentan a la presa Valle de Bravo, cuya relevancia es estratégica para el “Plan Cutzamala”, que provee de agua a ciudades tan importantes por su número de habitantes como el Distrito Federal, Toluca y Ecatepec.
Mesa panorámica 4	En el ANP se desarrollan bosques de pino, de oyamel, de encino, de pino-encino, pino-oyamel, zacatonales alpinos y páramos de altura que constituyen el hábitat de numerosa especie de fauna silvestre.
Mesa panorámica 5	El tipo de vegetación predominante en el Nevado de Toluca está representado por los bosques mixtos de coníferas y encinos.
Mesa panorámica 6	El 71.4% de la superficie del ANP correspondió a los diferentes tipos de bosque; 20.6% a la agricultura; 2.8% a terrazas antiguas con vegetación secundaria; 3.6% a zacatonal alpino o áreas sin vegetación aparente y 1.6% a pastizales inducidos.
Mesa panorámica 7	Los tipos de vegetación representados en el volcán Nevado de Toluca son: el bosque de pino, de oyamel, pino-encino, oyamel-pino, pastizal, paramo de altura, y vegetación acuática, comunidades que se describen a continuación. Los bosques de pino prosperan en las laderas del volcán en altitudes de 3000-4000 m se desarrollan en sitios rocosos, sobre suelos pedregosos, someros, ricos en materia orgánica.
Mesa panorámica 8	En cuanto a los vertebrados posee el 25% del total de especies reportadas para la entidad que corresponde a 51 especies, los anfibios con 13 especies; el 20% de los reptiles con 19 especies; el 20% de aves que corresponde a 100 especies y el 37% de los mamíferos con 43 especies.

Fuente: Elaboración propia con base a CONANP (2013)

Mesas panorámicas Sendero la Ciénega a parque de los Venados	Información
Mesa panorámica 1	El APFF “Nevado de Toluca” comprende desde la cota de los 3,000 msnm hasta la cima del mismo. El ANP se localiza en la porción centro Sur del Estado de México, a 23 kilómetros al Suroeste de la ciudad de Toluca, abarcando una superficie de 46,784 hectáreas de los municipios de Almoloya de Juárez, Amanalco de Becerra, Calimaya, Coatepec Harinas, Temascaltepec, Tenango del Valle,

*Diseño de senderos interpretativos en el Área de Protección de Flora y Fauna
Nevado de Toluca*

	Toluca, Villa Guerrero, Villa Victoria y Zinacantepec (CONANP, 2013).
Mesa panorámica 2	De las montañas que conforman el ANP descienden numerosos arroyos que contribuyen a la formación de las Regiones Hidrológicas Lerma-Santiago y la del Balsas a través de aproximadamente 61 arroyos permanentes descienden del Nevado de Toluca.
Mesa panorámica 3	Del Nevado de Toluca nacen los ríos Temascaltepec y Tilostoc, este último da origen a nutridos arroyos como La Garrapata, La Cascada y Los Hoyos que alimentan a la presa Valle de Bravo, cuya relevancia es estratégica para el "Plan Cutzamala", que provee de agua a ciudades tan importantes por su número de habitantes como el Distrito Federal, Toluca y Ecatepec.
Mesa panorámica 4	Los escurrimientos de la porción Sur y Sureste, que corresponden a la sub cuenca Alto Amacuzac, irrigan las zonas de los municipios de Tenango del Valle, Villa Guerrero y Coatepec Harinas, y surte de agua a Ixtapan de la Sal, sus balnearios y el Parque Acuático, en los que está basada su oferta turística.
Mesa panorámica 5	En el ANP destacan su abundancia y diversidad los pequeños mamíferos como las tuzas, ratones, ardillas, conejos, el zorrillo listado, el armadillo, el mapache, el tlacuache, la zorra gris, el tejón, el cacomixtle, la comadreja, hurón, entre otros. Los mamíferos de talla media están representados por el lince o gato montés, el coyote, el pecarí, y el venado cola blanca ocasionalmente visto en algunas zonas.
Mesa panorámica 6	Entre las especies en riesgo de peligro de extinción se encuentran el teporingo o conejo de los volcanes, la tuza humeada, el tlalcoyote, y la ardilla voladora del sur. En la categoría de amenazada; La musaraña orejillas de Goldman.
Mesa panorámica 7	Existen especies endémicas, tal es el caso del ratón de los volcanes, el teporingo, Conejo castellano y el conejo del monte.
Mesa panorámica 8	La diversidad de reptiles para el país se calcula en más de 700 especies siendo 368 endémicas de México. El Estado de México posee el 11.7% del total de reptiles reportados para México representados por 94 especies (CONANP, 2013)

Fuente: Elaboración propia con base a CONANP (2013)

