



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE GEOGRAFÍA

**LOS SISTEMAS DE BARRANCOS DEL SUR DEL
ESTADO DE MÉXICO: ANÁLISIS GEOGRÁFICO**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIADO EN GEOGRAFÍA

PRESENTA
ARTURO VILCHIS ONOFRE

GENERACIÓN
2010-2015

ASESOR
DR. LUIS MIGUEL ESPINOSA RODRÍGUEZ

ASESOR EXTERNO
DR. JOSÉ ISABEL JUAN PÉREZ

REVISORES
M. EN CA. DOLORES MAGAÑA LONA
M. EN GEOL. RAÚL EDUARDO MURILLO OLVERA

Junio, 2015

CONTENIDO

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I METODOLOGÍA	14
1.1 Trabajo de campo	15
1.2 Trabajo de gabinete	16
1.2.1 Aplicación de técnicas de teledetección y sistemas de información geográfica	17
1.3 Aplicación de métodos	19
CAPÍTULO II CONSIDERACIONES TEÓRICAS	21
2.1 Asociación entre la Teoría General de Sistema y la Geografía	28
2.2 La geografía y el estudio de los sistemas de barrancos	30
2.3 El paisaje y el grado de hemerobia	33
CAPÍTULO III CARACTERIZACIÓN FÍSICO GEOGRÁFICA DEL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO	37
3.1 Ubicación del sur del Estado de México en el contexto Fisiográfico	38
3.2 Subprovincia de la Depresión del Balsas	48
3.3 Subprovincia de las Sierras y Valles Guerrerenses	50
CAPÍTULO IV RESULTADOS	61
4.1 Barranco del Río Chilero	67
4.2 Barranco Río Tilostóc	69
4.3 Barranco Agua Zarca	73
4.4 Barranco Río Temascaltepec	74
4.5 Barranco Pantoja	75
4.6 Barranco del Río Bado	77
4.7 Barranco del Río Calderón y Barranco del Río Tenancingo	78
4.8 Resultados generales	80
4.9 Propuestas de manejo	84
CONCLUSIONES Y DISCUSIONES	86
BIBLIOGRAFÍA	91
ANEXOS	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Número	Figura	Página
1.1	Procedimientos para el análisis de los sistemas de barrancos del sur del Estado de México	20
2.1	Diagrama adaptado para el estudio del sistema de barrancos	30
3.1	Provincias Fisiográficas de la República Mexicana	41
3.2	Porción de la Sierra Madre del Sur dentro del Estado de México (Zona de Estudio)	46

ÍNDICE DE MAPAS

Número	Mapa	Página
3.1	Provincias fisiográficas presentes en el territorio del Estado de México.	42
3.2	Subprovincias fisiográficas del sur del Estado de México	49
3.3	Climas presentes en la porción sur del Estado de México	56
3.4	Geología del Sur del Estado de México	57
3.5	Edafología del Sur del Estado de México.	58
3.6	Uso del suelo en el Sur del Estado de México	59
4.1	Modelo Digital de Elevación del Sur del Estado de México	66
4.2	Pendientes del Sur del Estado de México	67
4.3	Sistemas de barrancos del Sur del Estado de México	68

ÍNDICE DE IMÁGENES

Número	Imagen	Página
3.1	Cirian (<i>Crescentia alata</i>)	60
3.2	Guácima (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	61
3.3	Guaje (<i>leucaena sp</i>)	61
3.4	Parota (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>)	62
3.5	Pochote (<i>pachira quinata</i>)	62
4.1	Antiguos puentes en el barranco del Río Chilero. Municipio de Tejupilco, México	69
4.2	Formaciones rocosas del Río Chilero. Municipio de Tejupilco, México	70
4.3	Vegetación del Río Chilero. Municipio de Tejupilco, México	71
4.4	Elementos culturales en el barranco del Río Tilostóc. Municipio de Santo Tomás, México	72
4.5	Especies vegetales cultivadas en el barranco del Río Tilostóc. Municipio de Santo Tomás México	73
4.6	Perturbaciones ambientales al barranco Río Tilostóc, debido a la acción del hombre. Municipio de Santo Tomás, México	74
4.7	Elementos naturales del barranco Río Tilostóc. Municipio de Santo Tomás, México	74

4.8	Siembra de maíz en los márgenes del barranco de Agua Zarca. Municipio de Otzoloapan, México	75
4.9	Aprovechamiento del agua en el barranco de Agua Zarca. Municipio de Otzoloapan, México	76
4.10	Vegetación de selva baja caducifolia en el barranco del Río Temascaltepec. Porción entre los municipio de Luvianos y Zacazonapan, México	77
4.11	Vegetación en presente en el barranco Pantoja. Municipio de Tejupilco, México	78
4.12	Elementos naturales del barranco Pantoja. Tejupilco, México	79
4.13	Cauce del Río Bado. Tejupilco, México	80
4.14	Elementos naturales en el barranco del Río Calderón. Municipio de Villa Guerrero, México	81

RESUMEN

En el siglo pasado, los sistemas de barrancos eran considerados como lugares sin ninguna función e importancia, por lo que, algunos de éstos han sido impactados por la influencia directa e indirecta de las actividades humanas. En la actualidad, los estudios multidisciplinarios de estos ambientes han tomado relevancia como una estrategia de conservación y protección. Ciencias como la Geografía, Ecología, Geología, Sociología y la Antropología Social, han enfocado algunas de sus investigaciones a estos espacios, sobre todo por sus paisajes, biodiversidad, recursos naturales y majestuosidad de sus profundidades.

Mediante trabajo de campo, técnicas de teledetección y aplicación de herramientas de sistemas de información geográfica fueron identificados y representados de forma cartográfica los sistemas de barrancos que forman una parte de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, en la porción correspondiente al territorio del Estado de México, esto con el propósito de analizar los procesos ambientales y sociales que interactúan en los sistemas, así como establecer propuestas de conservación y aprovechamiento sustentable. La investigación se sustentó en los principios de la geografía, la geografía ambiental, la geografía del paisaje, la teoría general de sistema y fundamentos teóricos asociados con el concepto de barrancos.

Los resultados obtenidos demuestran que en los sistemas de barrancos hay varios ambientes (ecosistemas) que socio-culturalmente representan una reserva de recursos naturales, utilizados por la sociedad con fines agrícolas, alimentarios, medicinales, ornamentales, ceremoniales, forrajeros, para construcción y como combustible. Además desempeñan funciones ecológicas, ambientales, climáticas y paisajísticas.

Palabras clave: Sistema, paisaje, ambiente, conservación, ecosistema

ABSTRACT

Over the last century, cliff systems were considered to be places without any function or importance. Thus, some of these have been greatly impacted by the direct and indirect influence of human activities. Currently, multidisciplinary studies related to these systems have taken relevance as a strategy of conservation and protection. Sciences, such as Geography, Ecology, Geology, Sociology and Social Anthropology, have focused some of their investigations in these places, mainly because of their landscapes, biodiversity, natural resources, the majesty of their depths, and the existence of sociocultural pre-Hispanic traces.

Through fieldwork, remote-sensing techniques, and the application of tools related to geographic information systems, the cliff systems that form part of the Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, in the portion corresponding to Estado de México's territory, were identified and cartographically represented. This was done with the purpose of analyzing the environmental and social processes that interact within the cliff systems, as well as establishing proposals regarding their conservation and sustainable use. The investigation was based on geographical principles, environmental geography, landscape geography, the general system theory, and theoretical fundamentals associated with the concept of cliffs.

The obtained results demonstrate that within the cliff systems there are various environments (ecosystems) that represent, in a sociocultural manner, a reserve of natural resources that is used by society for agricultural, feeding, medicinal, ornamental, and ceremonial purposes, as well as to forage, for construction, and as fuel. Moreover, the cliff systems carry out ecological, environmental, climatic, and landscape functions; thus, a proposal could be made to decree the systems as protected natural areas, action which would encourage the continuation of ecological processes as well as the preservation of important environments to human beings.

Key words: System, landscape, environment, conservation

INTRODUCCIÓN

CREO QUE NO NOS QUEDAMOS CIEGOS,
CREO QUE ESTAMOS CIEGOS, CIEGOS QUE VEN,
CIEGOS QUE, VIENDO, NO VEN.

JOSÉ SARAMAGO

INTRODUCCIÓN

Esta tesis es resultado de una investigación de campo realizada en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur en la porción correspondiente al territorio del Estado de México, enfocada en los sistemas de barrancos. La investigación se realizó en el año 2014 Y 2015, estudiándose los componentes físicos, biológicos, ecológicos y ambientales de estos sistemas, así como las relaciones entre ambiente, sociedad y cultura.

La sociedad ha provocado transformaciones en la naturaleza en su búsqueda de subsistencia y seguridad, definida en función de las condiciones culturales, por las formas de organización social, el uso de los recursos naturales disponibles en las comunidades, las condiciones económicas y políticas, donde los procesos productivos ocupan un lugar central, los cuales definen las características de aprovechamiento y uso de los recursos naturales (González A. , 1997).

Desde que surge el proceso evolutivo de las especies biológicas hasta el momento, la sociedad humana se ha constituido en un proceso de interrelaciones con su ambiente, sin embargo, a partir del momento en que produce excedentes económicos y se constituye en una sociedad de clases, se distingue del resto de las comunidades bióticas, por el hecho de que su articulación con el ambiente no está regida por las leyes biológicas que norman los procesos evolutivos. Lo que caracteriza esta diferencia de lo humano es la aparición de estructuras económicas de la materia que rigen los procesos sociales, esto es la emergencia de una materialidad simbólica e histórica que determina en última instancia la articulación de la sociedad humana con su medio ambiente (Leff, 1986).

Son pocas las investigaciones realizadas en los ambientes de barrancos pues algunos científicos han considerado a éstos como espacios geográficos hostiles y sin alguna utilidad para las sociedades, y sólo vistos como reservorios de residuos de todo tipo.

La presente investigación se fundamentó en la diversidad de funciones y recursos que tiene un sistema de barrancos y está vinculada al análisis integral del paisaje, en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur.

Mediante la Teoría General de Sistema (TGS) (Von Bertalanffy, 1987), Geografía Ambiental (Bocco, Urquillo, & Vieyra, 2011), Geografía del Paisaje (Mateo, 2002), herramientas de teledetección, sistemas de información geográfica y trabajo de campo¹, se estudió la relación entre los asentamientos humanos cercanos a los barrancos y los componentes de su ambiente inorgánico, el aporte de estos ecosistemas en cuanto a recursos para la sociedad, la relación entre los habitantes de los espacios adyacentes con las plantas y los animales silvestres, el aprovechamiento de éstos para su alimentación y el tratamiento de enfermedades, y demostrar que los barrancos son fuente potencial de recursos para futuras generaciones por lo que es urgente implementar estrategias que permitan su protección, pues también proporcionan servicios ambientales² y eventualmente pueden ser propuestas para decretarse como áreas naturales protegidas.

La investigación inició con la definición de barrancos y de sistema de barrancos, conceptos utilizados en diversos países para hacer referencia a hondonadas, precipicios, fracturas, desfiladeros o cañadas. Es poca la información encontrada sobre lo que representan los sistemas de barrancos para las sociedades que viven cerca de éstos y los estudios se relacionan con temas de turismo, deportes, riesgos geomorfológicos, arqueología, geología y como reservorios de residuos urbanos, agrícolas e industriales.

El Estado de México está conformado por dos provincias fisiográficas, el Sistema Volcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur. La segunda, cubre la porción sur occidental de la superficie estatal, ambas caracterizadas por una litología compleja y diversa (UAEM, 2002), factor geográfico que en asociación con otros elementos ha dado origen a varios sistemas de barrancos dentro del territorio. Sin embargo, no se cuenta con información precisa sobre la ubicación geográfica, la situación ecológica y ambiental en que se encuentran, el uso y percepción que tiene la sociedad sobre ellos, lo que ha impedido que se implementen medidas tanto de conservación como de aprovechamiento sustentable y

¹ El trabajo de campo consistió en recorridos por los barrancos de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur.

² La promoción de los servicios ambientales en el sistema de barrancos, sería de gran interés, ya que en él se encuentra una amplia diversidad de especies vegetales y una intrincada red de elementos fluviales que mantienen la funcionalidad del sistema.

ha generado que se les asigne un uso únicamente como reservorios de desechos sólidos y líquidos, para extracción de leña y pastoreo sin control de animales domésticos (cabras).

Con base en lo anterior, la investigación se enfocó a analizar por medio del método geográfico los sistemas de barrancos ubicados en la porción del Estado de México que forma parte de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur (SSP, 1981). Para el estudio de estos ambientes, fue analizado el estado ambiental y hemerobia en que se encuentran y las causas de esta situación. También, se identificaron las especies vegetales y algunos animales propios de estos ambientes. Por medio de imágenes de satélite, aplicación de herramientas de sistemas de información geográfica y técnicas de trabajo de campo fue posible la ubicación, georreferenciación y representación cartográfica de los barrancos. Al final se establecieron propuestas de conservación, con los elementos y fundamentos de la geografía ambiental.

El objetivo general de la investigación fue analizar los procesos ambientales y sociales que interactúan en los sistemas de barrancos del Sur del Estado de México, con el propósito de realizar propuestas de conservación y aprovechamiento sustentable de los componentes que los conforman. Para el cumplimiento de este objetivo fue importante el desarrollo de tres objetivos específicos:

- 1°. Identificar los sistemas de barrancos del sur del Estado de México, por medio de imágenes de satélite y Sistemas de Información Geográfica, con el fin de analizar su distribución espacial.
- 2°. Identificar el estado ambiental y de hemerobia en que se encuentran los sistemas de barrancos, a través de la caracterización de los componentes físicos con el propósito de establecer elementos que faciliten su análisis.
- 3°. Elaborar propuestas para el manejo adecuado de los recursos que se encuentran dentro de los sistemas, de acuerdo a las características y potencialidades definidas y analizadas, dirigidas a la recuperación y manejo sustentable de las mismas.

En el Estado de México, algunos barrancos se encuentran catalogados como Áreas Naturales Protegidas, por ejemplo, la Barranca Arroyo Santa Cruz, Barranca Arroyo Plan de la Zanja y Barranca el Huizachal (Juan, 2014) ubicadas en el municipio de Naucalpan. Esta situación muestra el interés de la población y de las dependencias gubernamentales acerca de la relevancia de los ambientes de barrancos.

Algunas investigaciones y estudios relacionados con los ambientes de barrancos son los siguientes:

En México, Heine, 1971, García, Torres, & Jaramillo, 2014, han elaborado propuestas específicas en ambientes de barrancos en los estados de Puebla, Tlaxcala, Morelos y el Distrito Federal, éstos desde un enfoque especializado, sin interrelacionar los factores que interactúan en los ecosistemas.

Martínez en el año 2000 elaboró la cartografía de la actividad erosiva de barrancos a partir de imágenes de satélite en Barcelona, España. Parte de la problemática a la que se enfrentó el autor es la falta de precisión para identificar la erosión en sistemas de pendientes de 90°, con imágenes generadas con satélite pasivo, ya que el uso de suelo y por lo tanto la erosión no son identificables con este tipo de imágenes.

Juan, 2006 realizó la investigación titulada “Multifuncionalidad de los sistemas de barrancos en México. Análisis geográfico, ecológico y cultural”. El autor señala que los Sistemas de Barranco del Río Calderón, Estado de México, son multifuncionales y que sus componentes coadyuvan a la economía y subsistencia de las familias campesinas que viven en las comunidades adyacentes. En 2009, el mismo autor reúne a un grupo de investigadores para profundizar en la aplicación de técnicas de trabajo de campo para estos sistemas, y asociar la potencialidad de los recursos naturales existentes con las actividades económicas (agricultura tradicional y agricultura comercial) y diseñar un programa de turismo alternativo.

El mismo autor en el año 2013 realizó la investigación “Manejo de recursos naturales y procesos agrícolas para el turismo rural campesino en un Ejido de transición ecológica de México” cuyo propósito fue identificar y conocer los recursos naturales utilizados en los procesos agrícolas y con base a los resultados diseñar un proyecto productivo de turismo rural campesino para mejorar las condiciones económicas de las familias campesinas. Con los resultados obtenidos se concluyó que, los habitantes de esta comunidad poseen un conocimiento ambiental significativo, pues a partir de éste, las familias campesinas han implementado algunas estrategias que les permiten manejar de manera adecuada los recursos naturales y subsistir con éxito en ambientes impactados por los efectos de la globalización.

En el año 2014, un grupo de investigadores de la Universidad Autónoma del Estado de México realizaron la investigación “Multifuncionalidad y manejo de un Área Natural Protegida en el Valle de México, Barranca El Huizachal, Barranca Plan de la Zanja y Barranca arroyo Santa Cruz”. Con los resultados obtenidos se concluyó que, estos tres barrancos ubicados en el contexto geográfico de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, desempeñan funciones en el mejoramiento de las condiciones ambientales y por consiguiente en el bienestar de los habitantes de esta metrópoli, situación por la cual fueron protegidas desde la década de los 90’s.

Como justificación de la investigación, es importante referir que dentro de los sistemas de barrancos se encuentran diversos ecosistemas, los cuales favorecen la continuidad de los procesos ecológicos y fomentan el equilibrio natural en la región. Las especies vegetales presentes en los bosques de galerías y la vegetación riparia que tienen como función la captura de carbono y la generación del suelo, también son utilizadas como plantas de ornato, para la alimentación y el tratamiento de enfermedades de la población.

En los ambientes de barrancos también hay animales que encuentran un lugar (hábitat) donde resguardarse del impacto de las actividades humanas y que sirven además para complementar la alimentación de las familias del medio rural. El agua existente en las profundidades y paredes de los barrancos coadyuva a la generación de microclimas. En los

componentes de los barrancos radica la importancia del manejo y la conservación de los ambientes existentes en los sistemas.

Al no disponer de una adecuada georreferenciación y un diagnóstico actual y real de los ambientes de barrancos existentes en el Sur del Estado de México no es fácil controlar los procesos que los afectan, ni tampoco hacer propuestas para fomentar su protección.

Los resultados obtenidos permiten concluir que los componentes de los ecosistemas que conforman los sistemas de barrancos en la porción del Estado de México ubicada en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, son importantes para las familias que viven en las comunidades adyacentes, ya que éstos les proporcionan bienes y servicios que les permite subsistir en el contexto de un mundo globalizado. En estos ecosistemas existe amplia diversidad de especies vegetales que pueden ser utilizadas para varios propósitos. Además, desempeñan múltiples funciones, ambientales y ecológicas, por lo que, deben emprenderse acciones de restauración ambiental, manejo y protección, y así, gestionar su decreto como áreas naturales protegidas, en especial de las que poseen elementos representativos de la Provincia.

Esta tesis consta de cuatro capítulos. En cada uno de éstos se incluyen elementos que permiten tener un panorama general de la situación actual e importancia de los sistemas de barrancos. En el capítulo uno se presenta la metodología utilizada en el proceso de la investigación, haciendo referencia al uso de herramientas de sistemas de información geográfica, la teledetección y la aplicación de técnicas de trabajo de campo. El sustento teórico de la investigación está contenido en el capítulo dos, en éste se mencionan fundamentos de geografía, geografía ambiental, geografía del paisaje y teoría general de sistema, complementándose con conceptos de barrancos. La caracterización de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur se encuentra en el capítulo tres, en éste se hace una descripción de los principales componentes y su interacción con los sistemas de barrancos. Los resultados de la investigación se exponen en el capítulo cuatro. Al finalizar, se presenta la discusión y las conclusiones.

CAPÍTULO I METODOLOGÍA

NO CREO QUE SEAMOS PARIENTES MUY CERCANOS,
PERO SI USTED ES CAPAZ DE TEMBLAR DE INDIGNACIÓN
CADA VEZ QUE SE COMETE UNA INJUSTICIA EN EL MUNDO,
SOMOS COMPAÑEROS QUE ES MÁS IMPORTANTE

ERNESTO “CHE” GUEVARA

CAPÍTULO I METODOLOGÍA

Debido a la complejidad de los sistemas de barrancos, pueden ser estudiados desde diversas perspectivas, sin embargo, como lo establece Juan (2009) y Juan *et al* (2014) las investigaciones asociadas con estos sistemas deben sustentarse con fundamentos teóricos de diversas disciplinas (sociales, naturales y geotecnológicas), y por consiguiente en la aplicación de diversos métodos y técnicas, tanto de campo como de gabinete. El desarrollo de la investigación se realizó en dos dimensiones: a) trabajo de campo y b) trabajo de gabinete, complementándose de manera transversal con la aplicación de herramientas de sistemas de información geográfica, cartografía automatizada y teledetección.

Enseguida se expone de manera específica las técnicas y métodos utilizados en el desarrollo de la investigación. Es importante hacer mención que las actividades realizadas no son independientes ni aisladas, sino complementarias entre sí. Además, en la integración de cada uno de los capítulos se incluyeron datos, comentarios y análisis de los resultados obtenidos.

1.1.Trabajo de campo

Con la aplicación de técnicas de trabajo de campo (observación, observación participante, recorridos y registro) se realizaron las siguientes actividades:

- a) Recorridos y observaciones en ocho barrancos, esto con la finalidad de conocer la situación ambiental y ecológica actual.
- b) Con el uso de GPS se registraron las coordenadas del punto geográfico de observación.
- c) Muestreo de las especies vegetales predominantes (sobre todo las especies arbóreas). Éstas fueron colocadas en prensas para después ser identificadas³
- d) Observación de los componentes principales y más significativos de los barrancos (presencia de agua, rocas, vegetales, animales silvestres, animales domésticos, presencia humana, pendientes y factores de impacto ambiental).

³ Para la clasificación taxonómica de las especies vegetales fue importante la participación de biólogos, agrónomos y ecólogos (principalmente de las Facultades de Ciencias Agrícolas y Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de México

- e) Documentación fotográfica de los ambientes y componentes relevantes de los barrancos.
- f) Identificación de los niveles de deforestación, contaminación por residuos sólidos y distribución espacial de asentamientos humanos, como variables para estimar el grado de hemerobia de los puntos de observación.
- g) Entrevistas a habitantes de comunidades adyacentes a los barrancos. Las entrevistas tuvieron como propósito conocer la percepción acerca de la importancia de los barrancos, la diversidad biológica, el uso de recursos naturales para la subsistencia familiar y la frecuencia de visita a estos ambientes.
- h) Conversación entre el equipo de trabajo acerca de la situación en la que se encuentran los barrancos, para analizar a partir de diferentes disciplinas la dinámica y elementos dentro del sistema.
- i) Comparación de información contenida en las fuentes de información documental con las observaciones obtenidas directamente en campo.

1.2.Trabajo de Gabinete

Las actividades de gabinete están asociadas con la organización de información para el desarrollo de trabajo de campo, aplicación de técnicas de teledetección y herramientas de sistemas de información geográfica e integración de la información del reporte final. Las acciones relevantes fueron las siguientes:

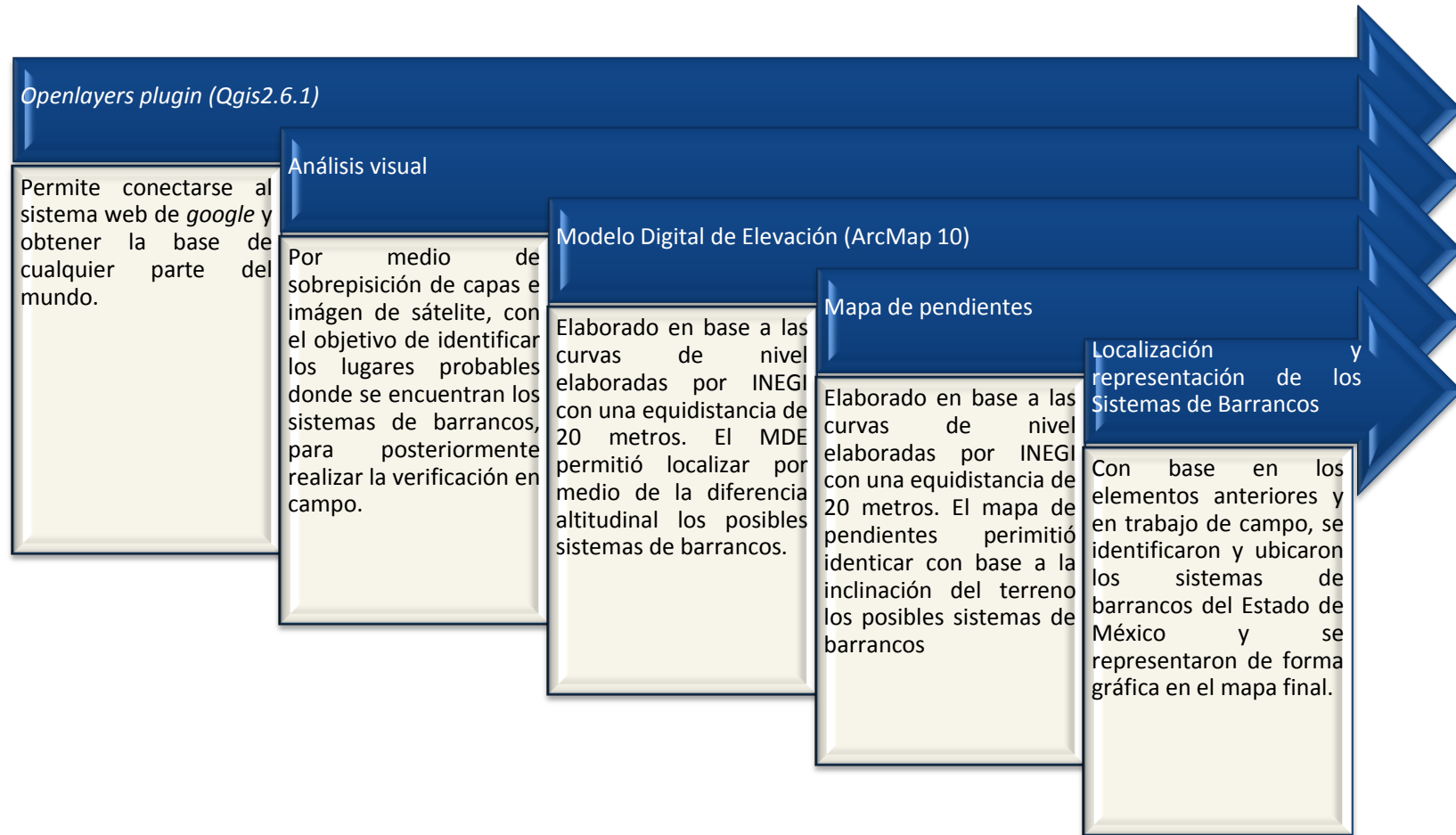
- a) Determinación y delimitación del espacio geográfico de estudio.
- b) Determinación de las variables de estudio, aplicación de métodos y técnicas para el desarrollo de la investigación.
- c) Determinación de los barrancos donde se realizaron las observaciones directas.
- d) Diseño de trayectos y calendario de actividades.
- e) Diseño e integración de la cédula de entrevista para las familias que viven en ambientes adyacentes.
- f) Recopilación de información para integración del marco teórico y de sistemas de barrancos a nivel regional, estatal y nacional. La información fue obtenida en libros, artículos científicos y notas científicas.

- g) Selección y análisis de la información recopilada.
- h) Clasificación taxonómica de las especies vegetales recopiladas en campo.
- i) Análisis de observaciones y resultados con los integrantes del equipo de trabajo.
- j) Comparación y validación de la información obtenida en campo con la información contenida en las imágenes de satélite y atlas geográficos.
- k) Representación cartográfica de los sistemas de barrancos.
- l) Integración de los capítulos de la tesis.

1.2.1. Aplicación de técnicas de teledetección y sistemas de información geográfica

La aplicación de técnicas de teledetección y de herramientas de sistemas de información geográfica son elementos esenciales para el análisis espacial. En la presente investigación, estas técnicas fueron utilizadas para la identificación, ubicación, caracterización, representación y análisis del comportamiento espacial de los sistemas de barrancos y de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur en la porción correspondiente al Estado de México. En la figura 1.1 se presenta de manera general los procedimientos utilizados durante el desarrollo de la investigación.

Figura 1.1 Procedimientos para el análisis de los sistemas de barrancos del sur del Estado de México



1.3 Aplicación de métodos

El método geográfico (Hagget, 1975) fue utilizado para realizar la caracterización geográfica y ambiental del área de estudio (Porción del Estado de México ubicada en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur) además permitió ubicar al sistema de barrancos en el contexto regional y estatal, relacionarlos con los elementos hidrológicos, geográficos, topográficos y ambientales con el fin de delimitar el sistema. Así mismo, posibilitó el estudio de las condiciones fisiográficas del sistema, ubicación, coordenadas, características climáticas, composición geológica, estructura geomorfológica, componentes hidrológicos, componentes biológicos y acceso al sistema.

Con el método etnográfico (González & Hernández, 2003) se estudiaron las condiciones de las comunidades adyacentes a los sistemas de barrancos. El aspecto más relevante de este método fue asociar las relaciones entre la población humana y los componentes existentes en los barrancos (manejo de los recursos naturales en su vida cotidiana).

El método comparativo (Pérez,2007), permitió establecer parámetros entre la información recopilada en trabajo de gabinete con las observaciones realizadas de manera directa en trabajo de campo. También comparar las condiciones geográficas, ambientales y ecológicas entre los ocho barrancos visitados.

Con el método ecológico (Schimid & Young,1981) se estudiaron los principales ecosistemas presentes en los ambientes de barrancos y áreas adyacentes. De manera holística y desde el punto de vista sistémico se estudiaron los barrancos como ecosistemas.

Con el método cartográfico (Gómez,2002) se realizó la representación gráfica de los barrancos existentes en el área de estudio, haciendo énfasis en los barrancos visitados y observados en campo.

Los métodos y técnicas utilizados en esta investigación fueron importantes, ya que permitieron analizar de manera integral los elementos bióticos y abióticos que se localizan en los sistemas de barrancos.

CAPÍTULO II

CONSIDERACIONES

TEÓRICAS

ESTAMOS EN PLENA CULTURA DEL ENVASE.
EL MATRIMONIO IMPORTA MÁS QUE EL AMOR,
EL FUNERAL MÁS QUE EL MUERTO,
LA ROPA MÁS QUE EL CUERPO, Y LA MISA MÁS QUE DIOS.
LA CULTURA DEL ENVASE DESPRECIA LOS CONTENIDOS

EDUARDO GALEANO

CAPÍTULO II CONSIDERACIONES TEÓRICAS

La presente investigación se sustenta en los principios del Método Geográfico, Geografía Ambiental, Geografía del Paisaje y la Teoría General de Sistema, complementándose con el concepto de barranco. Los principios de la geografía utilizados en esta investigación son: localización, causalidad, correlación y evolución, tomándose en cuenta las tres grandes tendencias y propósitos del Análisis Geográfico señalado por Haggett (1975):

- a) *Análisis espacial*. Esta tendencia estudia la variación local de un hecho o una serie de hechos significativos, es decir, qué factores controlan los modelos de distribución (del hecho) y cómo esos modelos pueden ser modificados para hacer que la distribución sea más eficiente o más equitativa.
- b) *Análisis ecológico*. Pone en relación variables humanas y medioambientales e interpreta las relaciones que existen entre ellas. Pone énfasis tanto en la variación espacial entre áreas como en las conexiones dentro de un área geográfica singular y delimitada.
- c) *Análisis de complejos regionales*. Se combinan los resultados de los análisis anteriores, las unidades regionales se identifican por la diferenciación territorial y, además, por los flujos y ligazones que se establecen entre pares de regiones.

Dado que el hombre se desenvuelve en un medio que tiene componentes naturales (marco físico) y sociales (medio social), algunos geógrafos proponen considerar ambos marcos en un único concepto al que denominan medio geográfico. Si se admite que la geografía consiste en las relaciones entre el hombre y el medio geográfico, se entiende entonces que es una ecología humana con dos ramas que, en cierto momento del análisis se solapan; una que se refiere al medio natural y otra, al medio social (Higueras, 2003).

Una investigación con carácter geográfico, no puede prescindir de ninguno de los dos elementos, ya que como lo establecía Humboldt, (citado por Higueras, 2003) “*Las ciencias individuales de la naturaleza estudian las formas, estructura y procesos de animales, plantas y objetos sólidos o fósiles y tratan de ordenarlos en clases y familias de acuerdo*

con analogías internas. La geografía, en cambio, mira todos los objetos como un todo natural con conexiones espaciales”.

La presente investigación partió de la premisa de considerar a los barrancos como un sistema, por lo cual, encuentra sustento en la Teoría General de Sistema para abordar los elementos presentes de forma integradora.

El concepto de sistema está presente en todos los campos de la ciencia; si el tema es astronomía se piensa en el sistema solar, (su estructura, organización, funcionamiento y relaciones con otros sistemas, y desde luego con las formas de vida en la tierra), si se trata de fisiología, se piensa en el sistema circulatorio del organismo humano u otro ser vivo , si es sociología se habla de un sistema socio-económico, en el caso de la antropología social se trata de un sistema de organización social de las familias así, para la Geografía, objeto de este estudio, se hace referencia a los ecosistemas, paisajes, a una cuenca, un sistema agrícola, o bien a un sistema de barrancos.

La palabra sistema habla de un conjunto de elementos interactuantes, un grupo de unidades interrelacionadas que forman un todo organizado y cuyo resultado es más que la suma de esas partes, como lo mencionó Smuts en 1926; por ejemplo, el cuerpo humano, que es un sistema formado por un determinado número de órganos y miembros (los cuales se pueden describir como subsistemas) puede operar de manera eficaz, sólo cuando éstos funcionen de manera adecuada. En ese sentido el organismo humano como sistema, tiene otros sistemas interrelacionados cuya estructura, organización y funcionamiento hacen posible la continuidad vital del cuerpo, o sea hay otros sistemas que forman parte de los componentes de un sistema mayor.

Van Gigch, 1981 define al sistema desde un punto de vista conceptual como, una reunión o un conjunto de elementos relacionados; entendiéndose a éstos últimos como los componentes animados o no de los sistemas, en los cuales existen procesos de conversión que son capaces de generar cambios en el estado y arreglo de los componentes; y como resultado de esto, existe una salida o liberación de energía y materia.

El término sistema es empleado en un sentido de sistema total (suprasistema), los componentes necesarios para la operación de este tipo de sistema son los subsistemas y estos a su vez se componen de otros subsistemas más detallados, es así que, tanto el número de subsistemas y su jerarquía dentro del sistema total van a depender de la complejidad intrínseca de este último.

El sistema, de acuerdo a Mateo (1984) se define como un conjunto de elementos que integran un espacio determinado y que se encuentran relacionados entre sí en diferentes niveles de integración; donde se reconoce el comportamiento de los flujos generados dentro de un subsistema, la direccionalidad, influencia y jerarquía dentro de éste, el cual a su vez se encuentra relacionado con otros subsistemas.

King, 1990 establece que el modo de funcionamiento de un sistema permite catalogarlos en tres tipos: aislados, cerrados y abiertos; reconociéndose que para la naturaleza sólo existen los de carácter abierto reconociéndose en ellos el concepto de autorregulación, que se interpreta como, la presencia de algún acontecimiento extraordinario que sea capaz de rebasar el umbral de la estabilización y con ello, generar nuevas condiciones de ajuste conocidas como *feedback* o interacción.

De Bolós, 1992 por su parte, considera al sistema como un modelo simplificado del fenómeno que es objeto de estudio y consiste en un conjunto de elementos en interacción, se trata de simuladores para explicar el funcionamiento de fenómenos que ocurren en el ambiente. En este caso los modelos están conformados por componentes, donde cada uno representa una estructura y función. Todos los elementos que ocupan cierto espacio se mantienen en estrecha relación e intercambian energía, materia e información lo que lugar al sistema, por lo que se puede definir a éste como un grupo de elementos que actúan de manera interrelacionada y que forman un todo persiguiendo un fin común y se pueden encontrar influenciados por fuerzas externas a la vez que están relacionados de manera intrínseca con el tiempo.

En la actualidad, existen diversos tipos y clasificaciones de sistemas, situación asociada con el propósito de su uso. Al respecto, De Bolós (1992) basada en (King, 1990), menciona que existen tres tipos de sistemas:

1°. Abiertos. Donde hay un constante flujo de materia, y energía entre sistemas y ese intercambio hace que se mantenga un equilibrio dentro del mismo entorno. Por su parte King, citado en el trabajo de Espinosa (2000) menciona que en los sistemas abiertos existe un modo de autorregulación donde se contempla la presencia de algún acontecimiento extraordinario capaz de rebasar el umbral de estabilización y crear nuevas condiciones de ajuste conocidas como *feedback*.

2°. Cerrados. Cuando no existe intercambio de materia con el exterior y su desarrollo se mantiene del flujo de energía en su interior.

3°. Aislados. No afectan o se ven involucrados más allá de sus fronteras con otros sistemas, debido a la falta de flujo de materia y energía (no intercambia materia ni energía con su entorno).

En la década de los cuarenta (1940-1950) hubo un incremento en el desarrollo tecnológico y filosófico sobre la Teoría General de Sistema debido a la importancia del estudio del paisaje y su problemática ambiental. Dicha teoría en su sentido estricto trata de las propiedades y leyes de los sistemas como lo afirma De Bolós, 1992. Entre los principales autores que desarrollaron esta teoría se pueden mencionar en primer lugar a Smuts quien en 1926 desarrolló la Teoría del Holismo en la que afirma que “el todo es más que la suma de sus componentes”. Derivado de ésta teoría surge la Teoría General de Sistema donde se enuncia que el mundo y sus componentes se encuentran integrados en un todo; se le atribuye el surgimiento de dicha teoría al Biólogo Alemán Ludwing Von Bertalanffy quien, en sus trabajos publicados en 1950 menciona que la Teoría General de Sistema no busca solucionar problemas pero sí producir formulaciones conceptuales que puedan crear condiciones de aplicación en la realidad empírica.

En un sentido amplio, la Teoría General de Sistema (TGS) se presenta como una forma sistemática y científica de aproximación y representación de la realidad, al mismo tiempo, como una orientación hacia una práctica estimulante para formas de trabajo interdisciplinarias, se caracteriza por su perspectiva holística e integradora, donde lo importante son las relaciones y los conjuntos que a partir de ellas emergen. Aunado a esto, la TGS ofrece un ambiente adecuado para la interrelación y comunicación fecunda entre especialistas y especialidades.

Bajo las consideraciones anteriores, la TGS es un ejemplo de perspectiva científica. En sus distinciones conceptuales no hay explicaciones o relaciones con contenidos preestablecidos, pero sí con arreglo a ellas es posible dirigir la observación, haciéndola operar en contextos reconocibles. La perspectiva de la TGS surge en respuesta al agotamiento e inaplicabilidad de los enfoques analítico-reduccionistas y sus principios mecánico-causales. Se desprende que el principio clave en que se basa la TGS es la noción de totalidad orgánica (Castaño, 2007).

Los objetivos de la Teoría General de Sistema son los siguientes:

- a. Impulsar el desarrollo de una terminología general que permita describir las características, funciones y comportamientos sistémicos.
- b. Desarrollar un conjunto de leyes aplicables a todos estos comportamientos y, por último,
- c. Promover una formalización (matemática) de estas leyes.

De Bolós (1992), describe cinco principios básicos de los sistemas, según la Teoría General de Sistema y que se pueden aplicar a todos en conjunto y a sus partes correspondientes (Subsistemas), así como a sus relaciones o fuerzas. Estos principios son:

- a) **Carácter Multivariable.** El número de variables de un sistema es por lo general elevado y aumenta en relación con el nivel de integración.
- b) **Carácter de Totalidad;** este carácter menciona que el sistema no es la suma de sus elementos pues no se puede dejar a un lado las interrelaciones, pues la totalidad se mantiene gracias a la acción recíproca de sus componentes.

c) El Sistema es una estructura por niveles; los niveles de organización conducen a sistemas de orden diferente, más o menos complejos. Cada uno de los elementos se encuentra organizado como otro sistema más simple y éste por otros y así de manera sucesiva. Aparece dentro del sistema el concepto de jerarquización en relación con el grado de complejidad de los elementos constituyentes.

d) Los Sistemas son dinámicos; Este dinamismo se mantiene gracias a las entradas y salidas de materia y energía e información que se registran en todo el sistema y desencadenan una serie de cambios y modificaciones en él.

e) Los Sistemas presentan relaciones directas e indirectas entre sus elementos. Las relaciones directas consisten en la influencia unilateral de un elemento sobre otro; éstas a su vez se dividen en relaciones directas positivas y relaciones directas negativas.

La Teoría General de Sistema es un conglomerado de ideas y principios que ayudan a comprender la organización del espacio geográfico, el cual, está compuesto por una variedad de sistemas los cuales a su vez se componen de subsistemas (estos tienen las mismas funciones y características de los sistemas), todo esto dentro de una organización jerárquica donde existe un incesante flujo de energía, materia e información. Esta Teoría se sustenta en la Segunda Ley de la Termodinámica que fue definida por Sadi Carnot en 1824 donde afirma que *“para producir trabajo a partir de la energía térmica es indispensable disponer de diferencia de temperatura, la cual puede ser generada por el trabajo de algún agente externo”*. En otras palabras, cualquier estímulo a cualquier componente del sistema, afectará a todos los demás debido a la relación causa-efecto que se mantiene entre ellos. El sistema reaccionará y al sufrir esos cambios, tendrá un ajuste sistemático continuo. A partir de estos cambios y ajustes dentro del sistema, se derivan dos fenómenos que son, Entropía y Homeostasis.

La Entropía se define como una tendencia que tienen los sistemas hacia el desorden. Todos los organismos tienen la característica esencial de ser capaces de crear y mantener un grado elevado de orden interior (Odum, 1985). El orden dentro de un sistema está dado por los intercambios de energía, materia e información. A medida que estos intercambios aumentan, disminuye la entropía y el sistema conserva un orden que lo mantiene en un

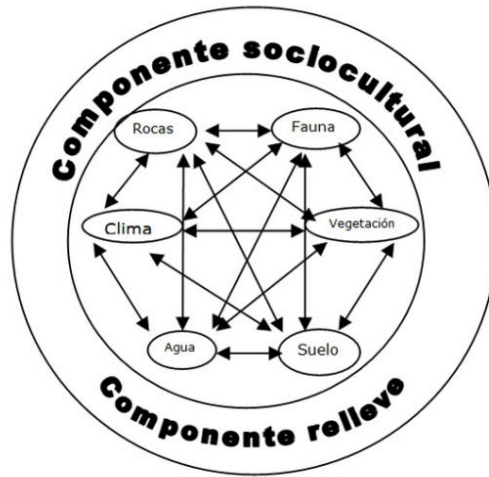
estado uniforme, pero cuando estos intercambios disminuyen la entropía aumenta y los sistemas se descomponen en estados más simples.

La Homeostasis se define como el equilibrio dinámico entre las partes que componen al sistema, ya que estos tienen una tendencia a adaptarse con el fin de alcanzar un equilibrio interno frente a los cambios internos del medio externo (Von Bertalanffy, 1987). El concepto de homeostasis está referido a los organismos vivos en tanto sistemas adaptables. Los procesos homeostáticos operan ante variaciones de las condiciones del ambiente, corresponden a las compensaciones internas al sistema que sustituyen, bloquean o complementan estos cambios con el objeto de mantener invariante la estructura sistémica.

Las relaciones indirectas o también llamadas inversas con acción de retorno son importantes en el funcionamiento de un sistema ya que constituyen los llamados “bucles de realimentación” y estas relaciones se pueden definir como aquellas acciones de un elemento sobre otro que implican que éste último influya sobre el primero. Al igual que las anteriores relaciones, éstas también las hay positivas y negativas.

La siguiente figura muestra las relaciones entre los componentes de un sistema, sin embargo, para el caso de los barrancos en el territorio mexicano es importante agregar a este modelo dos componentes más: a) el componente relieve y b) el componente sociocultural que permite entenderlo como un todo integrado, tal y como lo señala Bertrand (1968).

Figura 2.1 Diagrama adaptado para el estudio del sistema de barrancos



Fuente: García, R.; 2002 adaptado por Juan (2006).

2.1 Asociación entre la Teoría General de Sistema y la Geografía

En el ambiente hay sistemas abiertos y su estado va a estar definido por diferentes variables posibles de medir como temperatura, precipitación, biomasa, entre otros; suponiendo que los valores de estas variables no cambien, comparándolo con una observación hacia el sistema de la misma duración, entonces su estado podría estar en equilibrio pero no se puede dejar de lado la presencia de eventos extraordinarios que pueden incidir de forma directa en ese equilibrio, lo que generará cambios en el sistema ya sea de carácter reversible o irreversible.

Durante décadas la ciencia geográfica fue considerada como descriptiva; sin embargo, en la actualidad hay un interés mayor que una simple descripción del entorno geográfico y es conocer ese sistema que es el medio ambiente, donde los elementos bióticos y abióticos mantienen una estrecha interrelación. Algunos autores, como Mateo (1984) le denominan Envoltura Geográfica, y es considerada como un sistema material integral donde se llevan a cabo todas las interacciones de los elementos que la conforman. De Bolós (1992) hace mención al geosistema que corresponde a un determinado tipo de sistema, con definido número de variables en interacción. Ambos conceptos representan el nivel más alto de organización de la epigeósfera definida como una porción de la superficie terrestre (Berutchachvili & Bertrand, 1978).

Si bien el campo de aplicaciones de la TGS no reconoce limitaciones, al usarla en fenómenos humanos, sociales y culturales se advierte que sus raíces están en el área de los sistemas naturales (organismos) y en el de los sistemas artificiales (máquinas). Mientras más equivalencias se reconozcan entre organismos, máquinas, hombres y formas de organización social, mayores serán las posibilidades para aplicar de manera correcta el enfoque de la TGS, pero mientras más se experimenten los atributos que caracterizan lo humano, lo social y lo cultural y sus correspondientes sistemas, quedarán en evidencia sus inadecuaciones y deficiencias (sistemas triviales).

No obstante sus limitaciones, y si bien se reconoce que la TGS aporta en la actualidad sólo aspectos parciales para una moderna Teoría General de Sistemas Sociales (TGSS), resulta interesante examinarla con detalle. Se entiende que es en ella donde se fijan las distinciones conceptuales fundamentales que han facilitado el camino para la introducción de su perspectiva, sobre todo en los estudios ecológico-culturales, politológicos, organizaciones y empresas y otras especialidades antropológicas y sociológicas. Por esta razón, en los trabajos de investigación que abordan el estudio del ambiente y sus interrelaciones está dada por la aplicación de la Teoría General de Sistema, de manera particular los estudios geográficos, así como los que se derivan de esta disciplina ya que se fundamentan en una base sistémica y holística de la realidad (Espinosa, 2001). Una de las disciplinas que aborda investigaciones científicas y aplicadas mediante la Teoría General de Sistema es la Ecología.

Por si sola, la ecología analiza el sistema donde ocurren las relaciones entre elementos bióticos y abióticos con sus propios procesos de equilibrio y retroalimentación de esta manera se parte para definirla como un subsistema que forma parte del sistema que es el medio ambiente o envoltura geográfica o geosistema y es aquel donde se dan las relaciones Hombre-Naturaleza es más conveniente hablar de relaciones sociedad-naturaleza, puesto que el hombre se integra en grupos que forman sociedades mayores, y, aún para completar estas relaciones se pueden incluir a la cultura, ya que por medio de ésta es como se establecen las relaciones. El subsistema naturaleza recibe los impactos de las actividades de la sociedad, éstas pueden ser de múltiples formas y variada intensidad que pueden alterar el

equilibrio del medio natural y a su vez las consecuencias que de esto se deriven tendrán una repercusión en el subsistema social y pueden tener un efecto de retroalimentación a todo el sistema.

2.2 La geografía y el estudio de los sistemas de barrancos

Con base en la Teoría General de Sistema, en esta investigación, se entiende al sistema de barrancos como todo un complejo articulado de marea perfecta, cuyos elementos le dan cohesión y razón de ser a dicho sistema. De acuerdo con Bertrand (1968), el sistema de barrancos se entiende como una combinación dinámica e inestable de elementos geográficos diferenciados –físicos, biológicos y antrópicos – que actúan dialécticamente los unos sobre los otros, haciendo del paisaje un conjunto geográfico indisociable que evoluciona en bloque, tanto bajo el efecto de las interacciones entre los elementos que lo constituyen como bajo el efecto de la dinámica propia de cada uno de los elementos considerados.

Las relaciones internas y externas de los sistemas han tomado diversas denominaciones entre otras: efectos recíprocos, interrelaciones, organización, comunicaciones, flujos, prestaciones, asociaciones, intercambios, interdependencias, coherencias, entre otros. Las relaciones entre los elementos de un sistema y su ambiente son de vital importancia para la comprensión del comportamiento de sistemas vivos. Las relaciones pueden ser recíprocas (circularidad) o unidireccionales.

Las relaciones pueden ser observadas como una red estructurada bajo el esquema input/output, con base en este planteamiento se sustenta el estudio del sistema de barrancos, pues aunque no es un sistema vivo, de manera integrada contiene elementos bióticos que lo hacen susceptible de investigación como un todo. En el sistema hay relaciones entre las plantas y los animales silvestres, y estos componentes con el agua, suelo, clima, relieve y la estructura geológica.

Bajo el esquema anterior el sistema de barrancos está representado por diferentes elementos, todos integrados e interrelacionados. Cada uno se encuentra interrelacionado y

por ello generan una serie de conexiones donde las acciones que se realizan en uno de los componentes del sistema, puede repercutir en otro.

La Ley Ambiental del Distrito Federal (2000), define los barrancos como una depresión geográfica que por sus condiciones topográficas y geológicas se presentan como hendiduras y sirven de refugio de vida silvestre, de cauce de escurrimientos naturales, riachuelos y precipitaciones pluviales que constituyen zonas importantes del ciclo hidrológico. Al analizar esta definición utilizada en el marco de los planes de desarrollo y regulación de barrancos del Distrito Federal, es notoria la presencia de conceptos relacionados con el campo de la geografía, por ejemplo: depresión, topografía, geología, hendidura, cauce, escurrimiento y precipitación.

La definición anterior se complementa con lo expuesto en el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal (2001) que al respecto señala que, los barrancos son considerados como sistemas fundamentales que mantienen la hidrodinámica del territorio”, mismas que serán reguladas por la zonificación forestal de conservación, de acuerdo a los lineamientos establecidos por la Norma de Ordenación General No. 21, referida en los programas de desarrollo urbano. Así mismo, la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal (PAOT) (2004) en un estudio relacionado con la regulación de barrancos y acciones por obras o actividades ilícitas, establece que, los que se localizan en la Ciudad de México representan elementos físicos importantes tanto para la regulación del clima, como para la captación de aguas pluviales.

El diccionario geomorfológico (Lugo, 1989) define los barrancos como una forma lineal negativa del relieve, que se forma en rocas erosionables como loes, tobas y conglomerados, por el escurrimiento de temporada de aguas pluviales.

A pesar de la diversidad de conceptos relacionados con los barrancos, un elemento importante que existe en la bibliografía revisada se vincula con la presencia o transporte de agua que puede tener diferente origen. Sin embargo para referirse al concepto sistema de barrancos es importante considerar que se trata de una serie de factores interrelacionados

desde el punto de vista geológico, geomorfológico, hidrológico, climático y biológico, donde cada uno de sus componentes representa una estructura y función dentro del sistema. En México, la Ley Agraria, decretada por el Congreso de los Estados Unidos Mexicanos (2001), considera a los barrancos como espacios de uso común para los ejidatarios y cuando se trata de expedir certificados de derechos ejidales, los barrancos, representan límites naturales, espacios de uso común y fuente de recursos para los pobladores.

En México, los estudios sobre los barrancos comienzan a destacar dentro del campo de la geografía, la ecología, la geología, la arqueología y la antropología social sobre todo por los paisajes, la biodiversidad y los recursos naturales asociados, la profundidad, existencia de fósiles y la presencia de diversos grupos humanos, cuya subsistencia depende en su mayoría de los recursos naturales existentes en los ambientes de los barrancos. Investigadores sociales en el siglo pasado consideraban a los barrancos como ambientes inhóspitos y sin alguna función e importancia (algunos investigadores aún las consideran así), pero estudios recientes de (Servín, 2000), (Juan, 2006 y 2013) han demostrado que estos ambientes tienen diversidad de usos y funciones para las sociedades que viven cerca de ellos.

Como ejemplo de lo anterior se encuentran las Barrancas del Cobre, localizadas en la Sierra Tarahumara, Chihuahua. En el norte del país habita la comunidad indígena tarahumara, ancestral cultura que conserva sus tradiciones y costumbres cuyos grupos se encuentran dispersos por toda la sierra; cavernas, ríos, lagos, manantiales, formaciones rocosas, bosques y una variada flora y fauna es lo que caracteriza a este sistema de barrancos; pero se plantea el cuestionamiento -¿cuántas investigaciones relacionadas con barrancos o sistemas de barrancos se han realizado en el campo de la geografía, a partir de un enfoque diferente al geomorfológico o turístico?- La búsqueda de información muestra solo la instrumentación y desarrollo de programas relacionados con acciones de restauración, conservación, saneamiento y educación ambiental en espacios accesibles a las mismas

El gobierno de algunas entidades de México y asociaciones relacionadas con el cuidado del ambiente, ya han realizado trabajos de recuperación y conservación de los ambientes de los barrancos, toda vez que, cuando estos se encuentran cerca de asentamientos humanos son utilizadas como reservorios de residuos sólidos y líquidos que al final afectan el sistema y desde luego las condiciones de vida de los pobladores.

Los sistemas de barrancos como elemento de análisis sociocultural en la geografía, es una nueva dimensión para el desarrollo de investigaciones donde se relacionen diversas disciplinas del campo de las ciencias sociales y ciencias naturales, lo cual, permitirá realizar acciones de sensibilización y concientización para iniciar nuevos estudios que coadyuven al conocimiento de la diversidad de ambientes, recursos, servicios y estrategias de manejo de los elementos que los componen.

La información contenida en esta tesis pretende fomentar un acercamiento a la importancia de los sistemas de barrancos existentes en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur (porción del Estado de México), esto con el propósito de asociar los principios de la geografía con otras disciplinas del campo de las ciencias sociales y las ciencias naturales, y difundir la importancia geográfica, social, económica, ecológica, ambiental, paisajística y sociocultural que representan los barrancos.

2.3 El paisaje y el grado de hemerobia

La idea de paisaje, al menos en su sentido original, se identifica con la naturaleza, por lo cual resulta artificioso hablar de paisajes naturales. Sin embargo, la amplitud y la variedad de significados que en la actualidad tiene el término “paisaje”, aconseja mantener la distribución y distinción entre paisajes naturales y paisajes culturales según la denominación de Sauer y Schuluter (Higueras, 2003).

El paisaje natural, se concibe como una realidad cuyos elementos están dispuestos de manera tal que subsisten desde el todo, y el todo, subsiste desde los elementos, no como objetos mezclados de manera caótica, sino como conexiones armónicas de estructura y función. El paisaje, es así, un espacio físico y un sistema de recursos naturales en los cuales

se integran las sociedades en un binomio inseparable entre la sociedad y la naturaleza (Mateo, 2002), por tal motivo la presente investigación se auxilió de la Geografía del Paisaje, para el estudio de los sistemas de barrancos.

La Geografía de los Paisajes, se encuentra en consolidación como una disciplina transdisciplinaria en el contexto de los saberes y las ciencias ambientales, vistos como uno de los grandes megatemas del debate epistemológico del fin del segundo milenio. A través de la visión geocológica del paisaje, se van rompiendo las fronteras rígidas del estudio de los objetos fragmentados, pasando al análisis de la totalidad sistémica (Mateo, 2002).

El mismo autor establece que la concepción científica sobre la Geografía de los Paisajes, como base para la planificación ambiental del territorio, es considerada como un sistema de métodos, procedimientos y técnicas de investigación, cuyo propósito consiste en la obtención de un conocimiento sobre el medio natural. Con base a esto se puede llevar a cabo un diagnóstico operacional. Partir del paisaje para la planificación y la gestión ambiental, permite incorporar la visión holística dialéctica y sistémica, imprescindibles como instrumentos de política ambiental. Sobre la base de la formulación y evaluación del potencial de los recursos y condiciones naturales, del diagnóstico y del pronóstico geocológico y la percepción de la valoración de los paisajes por los grupos sociales es posible la formulación de estrategias y tácticas de optimización del uso y el manejo y la operacionalización más adecuada en tiempo y espacio de cada una de las unidades paisajísticas. Sobre esa base, la planificación ambiental del territorio, se convierte en un elemento, tanto básico como complementario, para la elaboración de los programas de desarrollo económico y social, y para la optimización de los planes de uso, gestión y manejo de cualquier unidad territorial.

La Ciencia del Paisaje, definida por la Unión Geográfica Internacional (I.G.U.,1983), como la disciplina científica que estudia el paisaje, ha recorrido las siguientes etapas (Rougerie & Berutchachvilli, 1991):

- 1- *Génesis* (1850-1920). En esta etapa surgen las primeras ideas físico-geográficas sobre la interacción de los fenómenos naturales y las primeras formulaciones del paisaje como noción científica.
- 2- *Desarrollo biogeomorfológico* (1920-1930). Bajo la influencia de otras disciplinas, en particular la Geología y la Biología, se desarrollan ideas sobre la interacción entre algunos componentes del paisaje, en particular el relieve y la vegetación
- 3- *Establecimiento de la concepción físico-geográfica* (1930-1955). Se desarrollan los conceptos sobre la diferenciación en pequeña escala de los paisajes: el análisis de la esfera geográfica como sistema planetario y la determinación de las leyes geoecológicas naturales.
- 4- *Análisis estructuro-morfológico* (1955-1970): La atención principal se le dio al estudio de las unidades locales y regionales, en particular la taxonomía, la clasificación y la cartografía de las unidades
- 5- *Análisis funcional* (1970-hasta la actualidad): se han introducido métodos sistémicos y cuantitativos en el análisis del paisaje, elaborándose los enfoques para el estudio del funcionamiento, la dinámica, la evolución y el análisis informacional.
- 6- *Integración geoecológica* (1985-hasta la actualidad). La atención principal se ha dirigido al estudio de la interacción de los aspectos estructuro-espacial y dinámico-funcionales de los paisajes, y la integración en una misma dirección científica (Geoecología o Ecogeografía) de las concepciones biológicas y geográficas sobre los paisajes.
- 7- *Dimensión socio-geoecológica* (1990-hasta la actualidad). Centrada en la articulación entre la triada de categorías de los paisajes (paisaje natural, paisaje social, paisaje cultural) y la forma en que los grupos sociales utilizan, transforman y perciben los paisajes naturales.

El rasgo más característico de la envoltura geográfica es la propiedad de poseer una estructura definida, el análisis consiste en explicar cómo se combinan los componentes del paisaje para dar lugar a formaciones integrales; y en la organización del sistema se refiere a aquellas interrelaciones combinacionales y distribución espacial de los componentes del medio (Mateo, 1991).

Al ser el paisaje el medio físico donde se efectúan las actividades humanas, es necesario establecer criterios que permitan identificar que tan significativo es el impacto hacia los recursos naturales. Para el desarrollo de la presente investigación se consideró el grado de hemerobia, el cual, de acuerdo a Stoll, 2007, se define como una medida para evaluar la influencia del hombre sobre los ecosistemas, y que considera efectos antropogénicos que inhiben el desarrollo del sistema hacia el estado final de su equilibrio dinámico. Cabe mencionar que está sujeto a ser afectado por procesos naturales y antrópicos, por lo que el estado de naturalidad debe ser establecido en una dimensión temporal (García G. , 2012).

El cálculo de la hemerobia puede basarse en los siguientes criterios:

- Disturbios del paisaje. Un disturbio es un evento discreto que desordena la estructura de un ecosistema, comunidad o población y cambia la disponibilidad de los recursos o el ambiente físico (Turner, Gardner, & O'Neill, 2001).
- Perturbaciones de la estructura vertical del paisaje. Para Dajous, 2002, el paisaje es una superficie heterogénea constituida por un conjunto de ecosistemas que se repiten y que están en interacción. La afectación que el hombre realiza en estos, genera la fragmentación de los ecosistemas, lo que resulta en ecosistemas cada vez más pequeños y aislados. Esta división del paisaje se origina por las perturbaciones ejercidas por el hombre que son eventos separados en el tiempo y consecuentemente modifican un ecosistema, una población o un paisaje y cambia su estructura.
- Grado de antropización: el indicador clave de este impacto es la urbanización que hace referencia a una medida de la cantidad de habitaciones humanas en el área de estudio (Martínez, 2004).

CAPÍTULO III CARACTERIZACIÓN FÍSICO-GEOGRÁFICA DEL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO

UN REVOLUCIONARIO SE PLANTEA FUNDAMENTALMENTE TRANSFORMAR LAS COSAS DESDE ARRIBA, NO DESDE ABAJO, AL REVÉS DEL REBELDE SOCIAL. EL REVOLUCIONARIO SE PLANTEA: 'VAMOS A HACER UN MOVIMIENTO, TOMO EL PODER Y DESDE ARRIBA TRANSFORMO LAS COSAS'. Y EL REBELDE SOCIAL, NO. EL REBELDE SOCIAL ORGANIZA A LAS MASAS Y DESDE ABAJO VA TRANSFORMANDO SIN TENER QUE PLANTEARSE LA CUESTIÓN DE LA TOMA DEL PODER.

SUBCOMANDANTE MARCOS

CAPÍTULO III CARACTERIZACIÓN FÍSICO-GEOGRÁFICA DEL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO

En ciencias de la tierra, una región se considera provincia o región fisiográfica cuando presenta un origen geológico unitario sobre la mayor parte de su área, así como una morfología y litología propias y distintivas. Estas unidades a su vez pueden ser divididas en una serie de subprovincias fisiográficas, que pueden presentar elementos discordantes conocidos como discontinuidades fisiográficas (Medina, Salazar, & Álvarez,2015).

3.1 Ubicación del sur del Estado de México en el contexto Fisiográfico

La gran diversidad de formas que presenta el relieve de México, hace que sea uno de los países del mundo con mayor diversidad topográfica y geológica. Así, la diversidad topográfica influye en las características climáticas, el tipo de suelo y la vida silvestre que la sustenta.

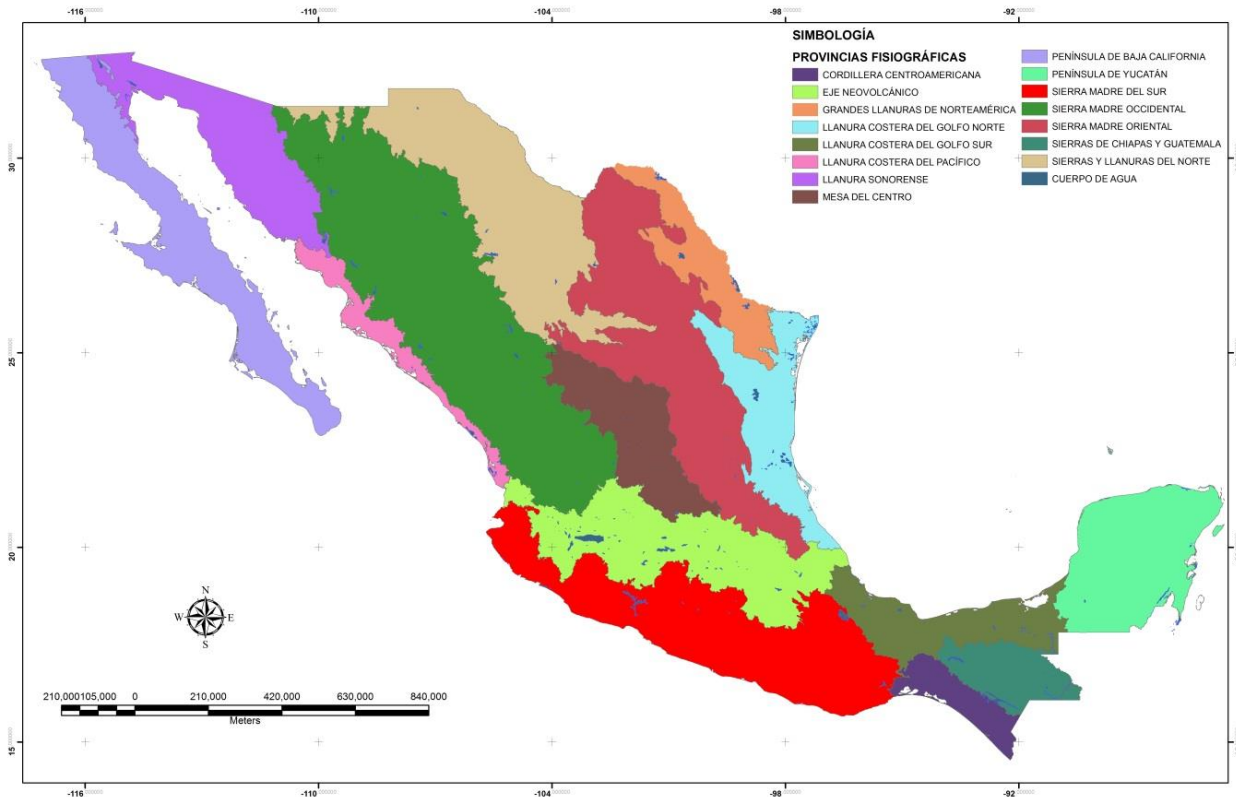
Con fines metodológicos, el territorio nacional puede subdividirse en regiones que tengan un mismo origen geológico, con paisajes y tipos de rocas semejantes en la mayor parte de su extensión y con geoformas similares. Las zonas así diferenciadas se les reconoce como provincias fisiográficas (Semarnat,2014). En México se han reconocido 15 de estas provincias, que se presentan a continuación:

- Península de la Baja California
- Llanura Sonorense
- Sierra Madre Occidental
- Sierras y Llanuras del Norte
- Sierra Madre Oriental
- Grandes Llanuras de Norteamérica
- Llanura Costera del Pacífico
- Llanura Costera del Golfo Norte
- Mesa del Centro
- Sierra Volcánica Transversal
- Península de Yucatán
- Sierra Madre del Sur

- Llanura Costera del Golfo Sur
- Sierra de Chiapas y Oaxaca
- Cordillera Centroamericana.

En la figura 3.1 se presenta las Provincias Fisiográficas de México. En éste se representa con color rojo la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, en la cual está ubicada el área de estudio que corresponde con la porción sur del Estado de México.

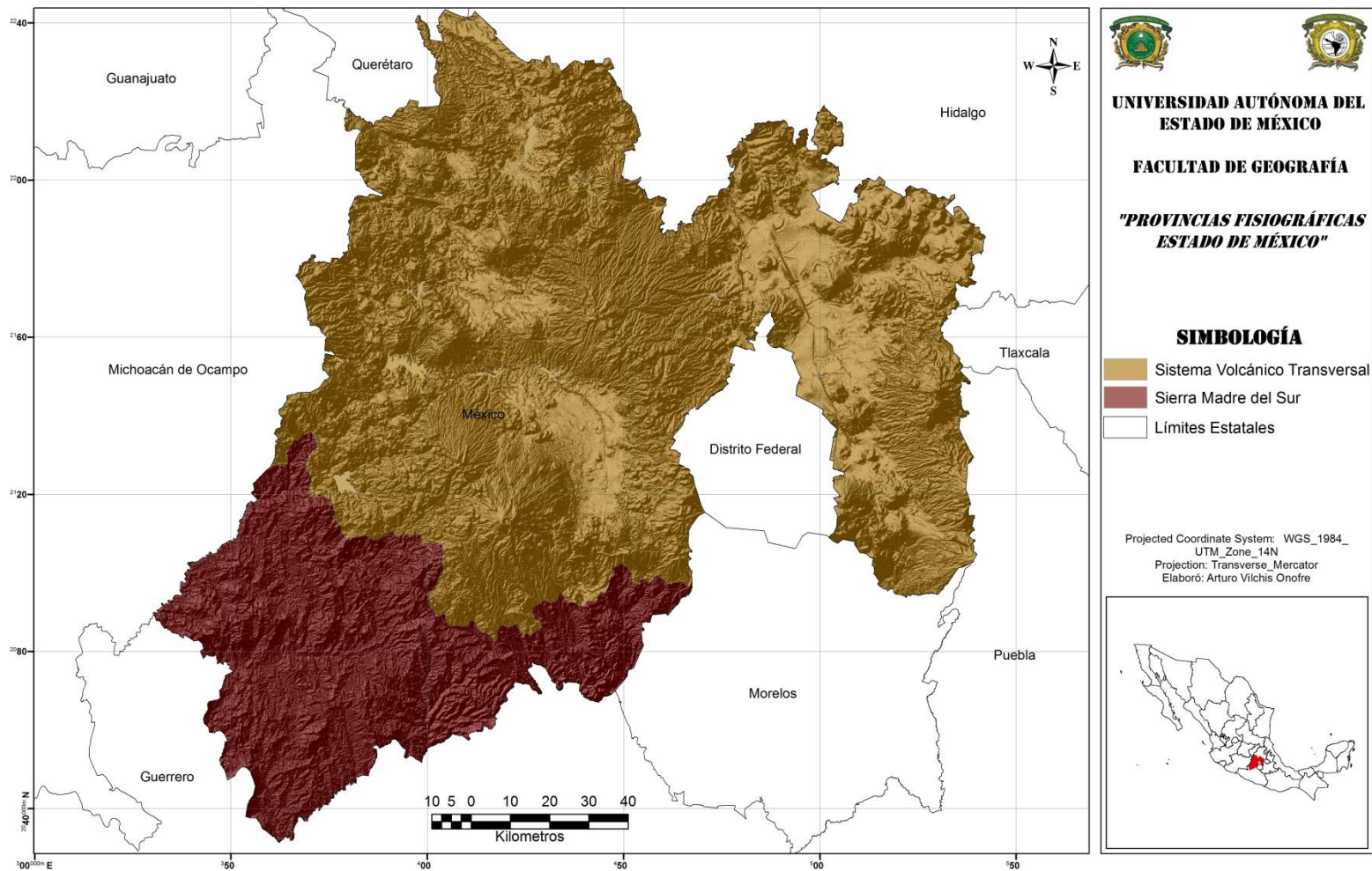
Figura 3.1 Provincias Fisiográficas de la República Mexicana



Fuente: Elaboración propia, con base en vectores libres de INEGI, 2010

El Estado de México se encuentra ubicado entre dos provincias fisiográficas: a) Provincia del Sistema Volcánico Transversal, que comprende la mayor parte de la superficie territorial de la Entidad y corresponde a la porción norte. b) Provincia de la Sierra Madre del Sur, ubicada en la porción sur del territorio (Mapa 3.1).

Mapa 3.1 Provincias fisiográficas presentes en el territorio del Estado de México.



Fuente: Elaboración propia, con base en vectores libres de INEGI, 2010

La Provincia de la Sierra Madre del Sur limita al norte con la Provincia del Sistema Volcánico; al este con la Llanura Costera del Golfo Sur, la de las Sierras de Chiapas y la de la Llanura Costera Centroamericana del Pacífico. Al sur tiene límites con el Océano Pacífico. Esta provincia comprende porciones de los Estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero (todo el estado), México, Morelos, Puebla, Oaxaca y Veracruz. La provincia es considerada como la más compleja y menos conocida del país, debe sus particulares rasgos a la relación que guarda con la Placa de Cocos, una de las placas móviles que integran la litosfera. A ella se debe la fuerte sismicidad que se manifiesta en esta provincia, en particular sobre las costas guerrerenses y oaxaqueñas, siendo la trinchera de Acapulco una de las zonas más activas.

La Sierra Madre del Sur comprende desde Colima hasta Oaxaca, y las zonas contiguas del noroccidente de Guerrero, Michoacán y Estado de México, constituyen una región con alta complejidad estructural que presenta varios dominios tectónicos yuxtapuestos (INEGI, 2000).

De acuerdo a INEGI (2000) el segmento más septentrional de la Sierra Madre del Sur, está formado por afloramientos de secuencias mesozoicas, tanto sedimentarias de plataforma como volcánico-sedimentarias de tipo arco insular volcánico-marginal. Las zonas correspondientes al noroccidente de Guerrero, occidente del Estado de México y sur de Michoacán, conforman una región con afloramientos volcánico-sedimentarios del Jurásico y Cretácico, parcialmente metamorfoseados, que se encuentran cubiertos por las rocas volcánicas y sedimentarias continentales del Cenozoico. Esta región limita al oriente a la altura de la línea Ixtapan de la Sal-Taxco-Iguala con la región de la Plataforma Cretácica de Morelos y Guerrero.

El segmento meridional de la Sierra Madre del Sur está formado por extensos afloramientos de rocas metamórficas que abarcan un rango geocronológico que varía del Paleozoico al Mesozoico y que se encuentran afectados por emplazamientos batolíticos del Mesozoico Superior y aun del Cenozoico. La región pacífica de la Sierra Madre del Sur, correspondiente a los estados de Colima, Michoacán y norte de Guerrero, presenta

afloramientos extensos de rocas volcánicas andesíticas interestratificadas, con capas rojas de limolita, conglomerado volcánico y capas de caliza subarrecifal, con una macrofauna de Albiano. Estos afloramientos forman parte de lo que Vidal (1980) ha llamado el Conjunto Petrotectónico de Zihuatanejo, Guerrero, Coalcomán, Michoacán. Existen, además, en esta porción septentrional de la sierra, afloramientos extensos de secuencias sedimentarias de calizas de plataforma con fauna de Albiano y secuencias rítmicas de terrígenos pelítico-arenosos. En áreas situadas alrededor de la ciudad de Colima las calizas de plataforma presentan intercalados fuertes espesores de evaporitas y subyacen en aparente contacto transicional a terrígenos continentales del Cretácico Superior.

En gran parte de la Sierra Madre del Sur, desde sus estribaciones septentrionales hasta las cercanías de Zihuatanejo, ha sido reportada por Campa y Ramírez (1979), la existencia de numerosas montañas formadas por productos andesíticos interestratificados con algunas capas de caliza y terrígenos diseminados en pequeñas áreas de la sierra. Este volcanismo mesozoico continúa bordeando hacia al norte de la costa del Pacífico hasta confundirse con áreas similares de la Cordillera Pacífica Norteamericana.

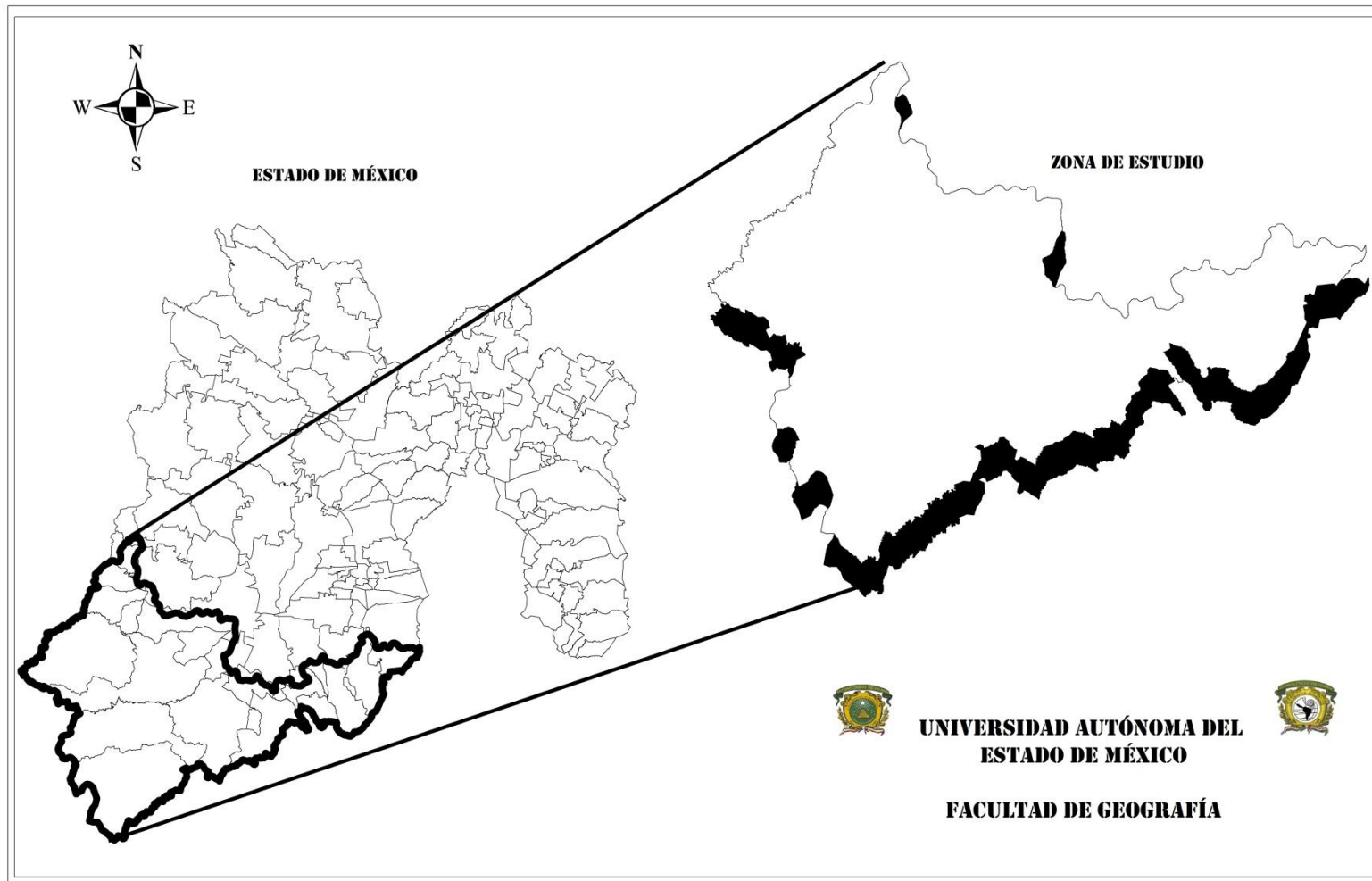
La mitad meridional de la Sierra Madre del Sur está formada por rocas metamórficas que constituyen el Complejo Xolapa (De Cserna 1965), el cual se encuentra intrusionado por cuerpos batolíticos de granito. De Cserna reportó el complejo Xolapa en la carretera Chilpancingo-Acapulco, como un conjunto de rocas metasedimentarias formadas por esquistos de biotita y gneis de biotita, con algunos horizontes de cuarcita, mármol, cipolino y presencia de pegmatitas; sin embargo, Guerrero y colaboradores (1978) consideran que en la mayor parte de esta región el complejo está formado por ortogneis-cuarzo-feldespático, de composición granodiorítica.

En la región de Tierra Caliente y áreas vecinas, del occidente del Estado de México y sureste de Michoacán, existen extensos afloramientos de secuencias volcánico-sedimentarias parcialmente metamorfizadas, que se yuxtaponen a los afloramientos, también extensos, de las secuencias marinas cretácicas de plataforma, de las áreas de Morelos y de Huetamo-Coyuca, en los límites de Guerrero y Michoacán.

Los climas subhúmedos cálidos y semicálidos imperan en gran parte de la provincia. En ciertas regiones elevadas, incluso en algunas con extensos terrenos planos, como los Valles Centrales de Oaxaca, rigen climas semisecos templados y semifríos; en tanto que al oriente, colinda con la Llanura Costera del Golfo Sur, hay importantes áreas montañosas húmedas cálidas y semicálidas. En esta provincia hay una gran diversidad de tipos de comunidades vegetales, al grado de que ha sido reconocida como una de las regiones florísticas más ricas del mundo. El mayor sistema fluvial de la provincia es el del Río Balsas, con su importante afluente: el Tepalcatepec. El Río Balsas desemboca en el Océano Pacífico (Zacatula, Guerrero), además, es uno de los siete ríos de mayor longitud del país.

La presente investigación se realizó en el Sur del Estado de México, se consideró como límite la porción de la Sierra Madre del Sur que se localiza dentro del territorio estatal (Figura 3.2) en 26 municipios: Almoloya de Alquisiras, Amatepec, Coatepec Harinas, Donato Guerra, Ixtapan de la Sal, Ixtapan del Oro, Joquicingo, Luvianos, Malinalco, Ocuilan, Oztoloapan, San Simón de Guerrero, Santo Tomas, Sultepec, Tejupilco, Temascaltepec, Tenancingo, Texcaltitlán, Tlatlaya, Tonicato, Valle de Bravo, Villa de Allende, Villa Guerrero, Zacazonapan, Zacualpan y Zumpahuacán.

Figura 3.2 Porción de la Sierra Madre del Sur dentro del Estado de México (Zona de Estudio)



Fuente: Elaboración propia con base en Marco Geoestadístico Nacional INEGI, 2013

De acuerdo a los datos obtenidos del Censo de Población y Vivienda elaborado por el INEGI en el 2010, los municipios del Estado de México, que conforman la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur cuentan con una población total de 757 308 habitantes (Tabla 1). Esta cifra representa el 4.99 % de la población total estatal, lo cual, indica que en el Estado de México la distribución poblacional es heterogénea, lo que convierte en desigual la repartición de recursos por parte del gobierno afectando a las familias del sur del Estado.

Tabla 1. Número de habitantes por municipio en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur.

Municipio	Población Total	Población masculina	Población femenina
Almoloya de Alquisiras	14856	7091	7765
Amatepec	26334	12799	13535
Coatepec Harinas	36174	17472	18702
Donato Guerra	33455	16484	16971
Ixtapan de la Sal	33541	16082	17459
Ixtapan del Oro	6629	3326	3303
Joquicingo	12840	6201	6639
Malinalco	25624	12585	13039
Ocuilan	31803	15540	16263
Otzoloapan	4864	2464	2400
San Simón de Guerrero	6272	3026	3246
Santo Tomás	9111	4458	4653
Sultepec	25809	12267	13542
Tejupilco	71077	34411	36666
Temascaltepec	32870	16142	16728
Tenancingo	90946	44239	46707
Texcaltitlán	17390	8366	9024
Tlatlaya	32997	16074	16923

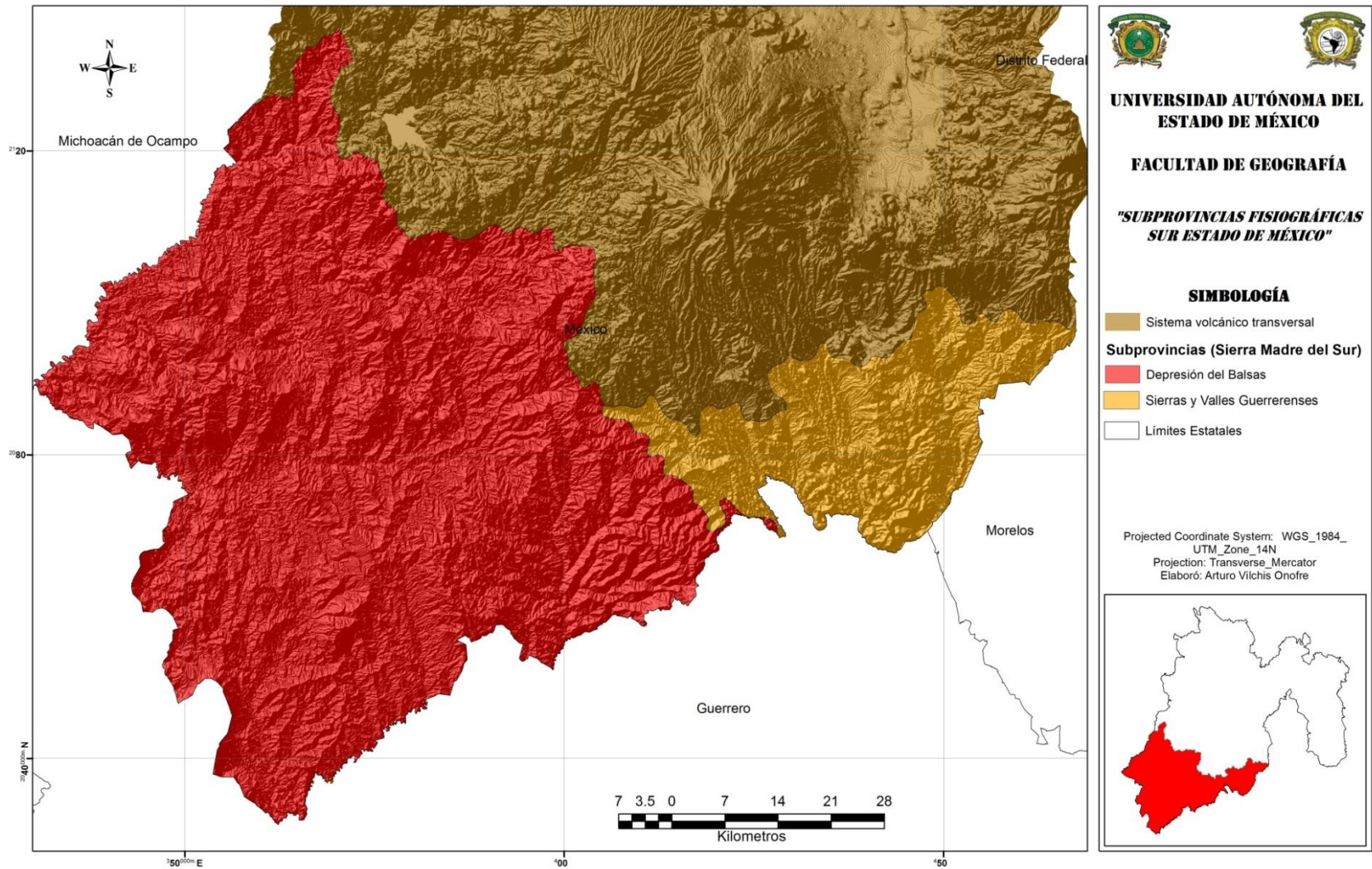
Tonatico	12099	5799	6300
Valle de Bravo	61599	30296	31303
Villa de Allende	47709	23413	24296
Villa Guerrero	59991	29293	30698
Zacazonapan	4051	2033	2018
Zacualpan	15121	7217	7904
Zumpahuacán	16365	7780	8585
Luvianos	27781	13719	14062
Total	757308	368577	388731

Fuente: Elaboración propia con base en ITER. INEGI, 2010

Bassols (1983) señala que dentro del subdesarrollo general y predominante que es el carácter distintivo de toda la región de la Sierra Madre del Sur se advierten rasgos peculiares. Algunas regiones presentan todavía un relativo aislamiento, no sólo con respecto a otras zonas del país, sino también en relación con sus vecinas de la propia zona, y su especialización está apenas acentuándose. Pero todas ellas tienen ya, unas más, otras menos, los perfiles formativos, y algunas se encuentran en fase avanzada. El fenómeno que el autor señaló aún se encuentra presente, ya que a pesar de ocupar el 24% de la superficie total del Estado de México, la mayoría de las comunidades rurales de los municipios de esta provincia se encuentran en situación de marginación, esto se debe a la interacción de varios factores, por ejemplo, la distancia con relación a las cabeceras municipales, a la ciudad de Toluca y a la capital del país, la dispersión y distribución espacial de las comunidades, las facilidades de acceso, las condiciones de las vías de comunicación y algunos patrones socioculturales de los habitantes.

Es importante señalar que la porción ocupada por la provincia de la Sierra Madre del Sur del Estado de México se encuentra dividida en dos subprovincias: Depresión del Balsas y Sierras y Valles Guerrerenses (Mapa 3.2), a continuación se presentan los rasgos físico geográfico de ambas, de acuerdo a la Síntesis Geográfica del Estado de México (1981).

Mapa 3.2 Subprovincias fisiográficas del sur del Estado de México



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2010.

3.2 Subprovincia de la Depresión del Balsas

La Subprovincia de la Depresión del Balsas limita al norte con las Subprovincias Mil Cumbres, Lagos y Volcanes de Anáhuac, y Llanos y Sierras de Querétaro e Hidalgo; al oeste con el Estado de Michoacán, y al este y sur con el Estado de Guerrero. En el territorio del Estado de México, la Subprovincia de la Depresión del Balsas comprende 4 992.323 km², lo cual representa el 21.48 % de la superficie total de la entidad. De manera administrativa, están incluidos los municipios de: Ixtapan del Oro, Santo Tomás, Oztoloapan, Zacazonapan, San Simón de Guerrero, Almoloya de Alquisiras, Sultepec, Tlatlaya, Amatepec y Tejupilco y parte de Donato Guerra, Valle de Bravo, Temascaltepec, Texcaltitlan, Coatepec Harinas y Zacualpan.

La litología de la unidad es bastante compleja ya que comprende rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Figura 3.4). Uno de los sistemas de topofomas más importantes que están presentes en esta subprovincia es el de la sierra compleja con cañadas, con gran variedad de rocas, esquistos, basaltos, y aluviones continentales. La sierra presenta sus mayores altitudes hacia el sureste, donde el Cerro del Peñon alcanza 2 900 m.s.n.m. Otros sistemas que se encuentran en la subprovincia son: la gran sierra compleja con mesetas, el lomerío, el valle de cañadas convergentes con lomerío, el valle de laderas tendidas con lomeríos y la meseta lávica.

En esta Subprovincia predominan los climas cálido, semicálido y templado (Mapa 3.3). Los suelos son de origen coluvio-aluvial y residual; su fertilidad es de moderada a alta, por lo que pueden ser utilizados en actividades agrícolas, pecuarias y forestales, aunque algunas zonas presentan problemas de acidez. Los tipos de suelos predominantes en esta subprovincia son: Cambisol eutricto, Regosol eutricto y Feozem Háptico, Litosol, Regosol calcárico, Regosol crómico, Acrisol órtico, Cambisol dítrico, Cambisol crómico, Fluvisol eutricto, Luvisol crómico, Andosol húmico, Vertisol pélico y Acrisol húmico (Mapa 3.5) Este último se caracteriza por presentar en la superficie una capa de color oscuro o negro sobre el suelo rojizo o amarillento, esta capa es rica en materia orgánica, pero muy ácida y muy pobre en nutrientes.

La vegetación presente sobre este mosaico edáfico es muy variada, como lo muestra la existencia de los diversos tipos de bosques: de encino-pino, pino-encino, encino y de pino, e incluso el escaso mesófilo de montaña; este último se desarrolla en el valle de las laderas tendidas. Se encuentran además en la subprovincia, de manera abundante, la selva baja caducifolia y el pastizal inducido (Mapa 3.6).

En la actualidad, debido al desmonte la vegetación sólo subsiste en forma de relictos. Esta situación está asociada con la agricultura de subsistencia para las familias campesinas, las cuales practican lo que se conoce de forma regional como roza – tumba – quema, modalidad de cultivo que ha causado impacto en los suelos y la vegetación natural.

En la mayor parte de este territorio es posible realizar labores agrícolas con labranza mecanizada; sin embargo, los sistemas de gran sierra compleja con cañadas (más del 50 % de la superficie total de la subprovincia), valle de laderas tendidas y meseta lávica, tienen problemas fuertes por la acidez y la fijación de fósforo de sus suelos, lo que limita en gran medida el desarrollo de los cultivos y hace que su producción sea poca. A pesar de las condiciones geográficas de esta porción del territorio del Estado de México, una de las actividades más importantes es la agricultura de temporal y en menor proporción la agricultura de riego, cuya producción tiene como destino final los mercados regionales y locales.

Toda la superficie de la subprovincia tiene posibilidades de desarrollo pecuario, pero éste no es igual en toda la zona. La topografía es el principal factor limitante para el pastoreo del ganado; así tenemos que en los terrenos con pendientes de 30 a 40 % prospera de forma exclusiva el ganado caprino de las siguientes razas: Criollo, Nubia, Sanen, Alpina, Toggenburg y Granadina, las cuales pastan en estas áreas sin problemas de movilidad.

El ganado bovino y el ovino, en cambio, necesitan mejores condiciones, pues las pendientes excesivas y la pedregosidad afectan sus pesuñas y limitan su movilidad. Otro de los factores limitantes que se pueden presentar es la salinidad de los suelos, la cual impide el desarrollo de las especies forrajeras.

En la subprovincia sólo los sistemas identificados como sierras, tienen especies vegetales útiles para la explotación industrial y comercial. Sería necesario hacer un estudio de orden económico, político y social para determinar la conveniencia o la inconveniencia de incrementar, por medio de la reforestación las especies maderables. Las porciones ocupadas con especies maderables han sido y están siendo sujetas a fuertes presiones de los taladores e impactos ambientales ocasionados por las actividades humanas, situación que provoca disminución de especies propias de la provincia fisiográfica.

3.3 Subprovincia de las Sierras y Valles Guerrerenses

En la Subprovincia de las Sierras y Valles Guerrerenses se alternan sierras y valles con orientación general hacia el sur, es de litología semicompleja, pero con predominio de rocas calcáreas. Así pues, se advierten formaciones de carso como dolinas (pozos de disolución), lagodolinas (El Rodeo y Tequisquitengo, Morelos), grutas (Cacahuamilpa), entre otros rasgos. Las sierras de la parte oriental de la subprovincia están constituidas por antiguas rocas volcánicas. Tres afluentes del Río Balsas la atraviesan en la porción sur: Río Tlajocotla, Río Cocula y Río Amacuzac. Penetra al Estado de México en su porción centro-sur y ocupa 1 012.425k m² de su superficie total. De manera administrativa, cubre los municipios de Ixtapan de la Sal, Tonatico, Zumpahuacán, y porciones de Coatepec Harinas, Malinalco, Ocuilan, Tenancingo, Villa Guerrero y Zacualpan. Los sistemas de topofomas que se presentan en esta subprovincia son los siguientes: sierra de cumbres tendidas y laderas escarpadas (este sistema está constituido por basaltos, aunque se presentan también zonas con andesita, caliza-lutita y caliza, sobretudo en su porción sur), lomerío con llanos aislados (formado por esquistos, calizas y arenisca-conglomerado), valle de laderas tendidas con mesetas (constituido por caliza, caliza-lutita y basalto), meseta de aluvión antiguo y meseta de aluvión antiguo con cañadas.

La presencia de los diferentes tipos de suelo está condicionada por la constitución litológica y los tipos de clima existentes en la zona (Mapa 3.3). Estos factores determinan el predominio de los siguientes tipos de suelo: Vertisol pélico, el Feozem háplico, el Luvisol crómico y el Litosol. Se encuentran además, en menor proporción e importancia, el Rendzina, el Acrisol húmico y Acrisol órtico, el Feozem calcárico, el Cambisol crómico, el Cambisol eutrítico y el Regosol eutrítico (Mapa 3.5).

Con relación a la vegetación natural, en la subprovincia predomina la selva baja caducifolia; la cual se encuentra distribuida de los 1 300 a los 2 200 m.s.n.m., en partes de la sierra de cumbres tendidas, el lomerío con llanos aislados y en la meseta de aluvión antiguo con cañadas (Mapa 3.6). El grado de perturbación que presenta es de medio a alto, por lo que se puede inferir que se trata de vegetación secundaria.

El bosque de encino-pino ocupa también áreas considerables de la sierra de cumbres tendidas y de la meseta de aluvión antiguo con cañadas, pero se encuentra distribuido de los 2 000 a los 2 400 m.s.n.m, en clima templado subhúmedo. El número promedio de árboles por hectárea es de 208. Se trata de un bosque perturbado, aunque la densidad de árboles es bastante buena. Se presentan, además, el bosque de encino, el de pino-encino, el de pino, el pastizal inducido y la selva baja caducifolia secundaria con pastizal inducido.

La agricultura mecanizada, de temporal y de riego, se pueden llevar a cabo en el valle de laderas tendidas con mesetas y en partes de los demás sistemas de topofomas, pero las condiciones físicas varían de una zona a otra; por lo tanto, el desarrollo de los cultivos, la aplicación de riego y la labranza presentan diferentes grados de aptitud.

En una zona de la meseta de aluvión antiguo con cañadas, la profundidad del suelo (35 a 50cm) y las pendientes (10 al 14 %), hacen posible un tipo de agricultura continua de tracción animal. Aunque el desarrollo de los cultivos se ve limitado, y la aplicación de riego y la labranza sufren restricciones moderadas.

La agricultura de tracción animal estacional se puede realizar en unidades de la sierra de cumbres tendidas, del lomerío con llanos aislados y de la meseta de aluvión antiguo con cañadas; sin embargo, la aptitud cambia de un sistema a otro, ya que algunas áreas presentan pendientes del 13 al 22 % y profundidad del suelo de 25 a 50 cm; y otras, además de los factores mencionados, tiene problema de acidez y fijación de fósforo en el suelo.

Todos los sistemas de topofomas, con excepción del valle de laderas tendidas con mesetas, tienen áreas en las que es posible llevar a cabo agricultura manual continua, pues las

pendientes (20 a 50 %), la obstrucción superficial (26 a 60%) y la poca profundidad del suelo (30 a 50 cm) limitan de forma severa el desarrollo de los cultivos e impiden la aplicación de riego y la labranza mediante la tracción animal.

En las laderas de la sierra de cumbres tendidas las condiciones de pedregosidad, pendientes y profundidad del suelo sólo permiten realizar agricultura manual estacional, ya que el desarrollo de los cultivos se ve limitado. Las condiciones más severas se presentan en algunas unidades de la meseta de aluvión antiguo con cañadas, en donde no es posible efectuar ningún tipo de agricultura.

La subprovincia presenta posibilidades de uso pecuario en casi la totalidad de su superficie, pero las diversas condiciones físicas imperantes en ella, dan lugar a diferentes alternativas de uso. En el valle de laderas tendidas con mesetas y en partes de la sierra de cumbres tendidas, de la meseta de aluvión antiguo, del lomerío con llanos aislados u de la meseta de aluvión antiguo con cañadas se pueden cultivar praderas para dedicarlas al pastoreo intensivo: sin embargo, el grado de aptitud para el desarrollo de las especies forrajeras es diferente; pues en algunas áreas las pendientes van del 3 al 10 % y en otras del 10 al 25 % (factor que limita la movilidad del ganado), los suelos tienen de 25 a 20 cm o de 50 a 85 cm de profundidad; además hay algunas zonas con drenaje lento.

El pastoreo extensivo sobre vegetación natural diferente al pastizal se puede llevar a cabo en algunas unidades de la sierra de cumbres tendidas, del lomerío con llanos aislados y de la meseta de aluvión antiguo con cañadas, pero las pendientes, la profundidad del suelo, la pedregosidad, la acidez y la fijación de fósforo del terreno son variables, por lo que la aptitud para el desarrollo de las especies forrajeras y la movilidad del ganado va de media a baja.

En partes de todos los sistemas de topoforma, con excepción del valle de laderas tendidas con mesetas, las condiciones de pedregosidad, las pendientes y la profundidad del suelo son más severas, por tanto, sólo es posible el pastoreo extensivo de ganado caprino.

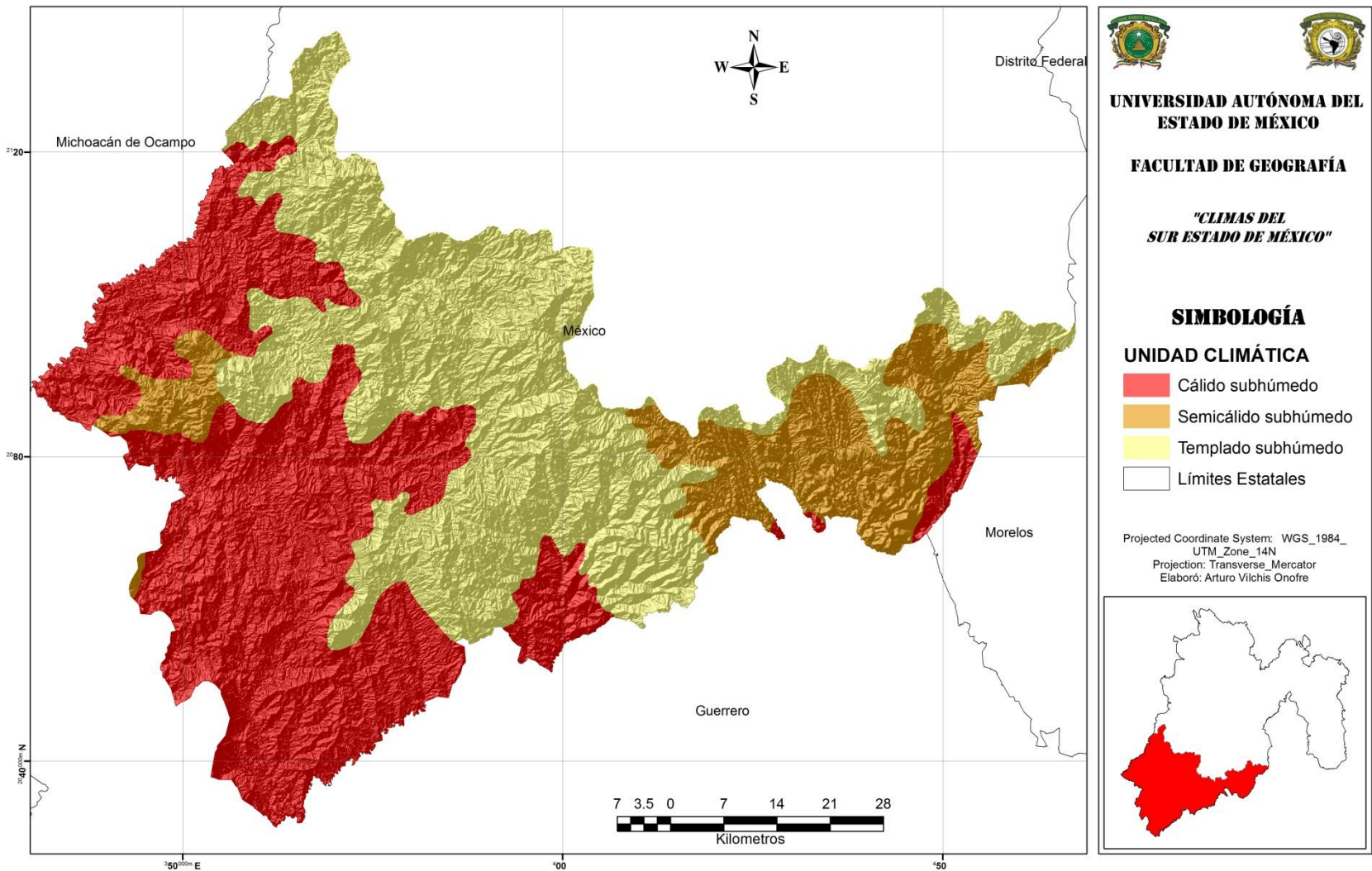
No se puede llevar a cabo ningún tipo de uso pecuario en una zona muy reducida de la meseta de aluvión antiguo con cañadas, debido a que las fuertes pendientes de 45 a 65 %, la poca profundidad del suelo y la excesiva pedregosidad impiden la movilidad de cualquier tipo de ganado.

Los bosques de encino-pino, de encino, de pino-encino y de pino que se presentan en la subprovincia se encuentran muy perturbados; sin embargo en algunas áreas de la sierra de cumbres tendidas y del lomerío con llanos aislados hay recursos maderables que se pueden explotar en la industria, aunque el corte y la extracción de los elementos se ven limitados de por las pendientes. La explotación comercial de recursos maderables y no maderables se puede llevar a cabo en parte de la meseta de aluvión antiguo con cañadas, pues la vegetación tiene buena condición; pero la fuerte pendiente 40 a 50 % restringe la extracción y el corte de los elementos forestales. La vegetación que se presenta en algunas áreas de la sierra de cumbres tendidas, de la meseta de aluvión antiguo, del lomerío con llanos aislados y de la meseta de aluvión antiguo con cañadas, sólo se puede utilizar con fines doméstico; aunque, las limitaciones son diferentes, ya que las pendientes y la pedregosidad varían de una zona a otra. En el valle de laderas tendidas con mesetas y en algunas unidades de la meseta de aluvión antiguo, del lomerío con llanos aislados y de la meseta de aluvión antiguo con cañadas no existe vegetación natural, debido a que se utilizan en actividades agrícolas o pecuarias; por lo tanto, no se puede realizar ahí ningún tipo de uso forestal.

Como se observa en el siguiente mapa, los climas predominantes en el Sur del Estado de México son el tropical lluvioso (porción sur y suroeste), el semicálido⁴ (intercalado entre el tropical lluvioso y el templado), y el templado, asociado con las estribaciones cercanas al Volcán Xinantécatl.

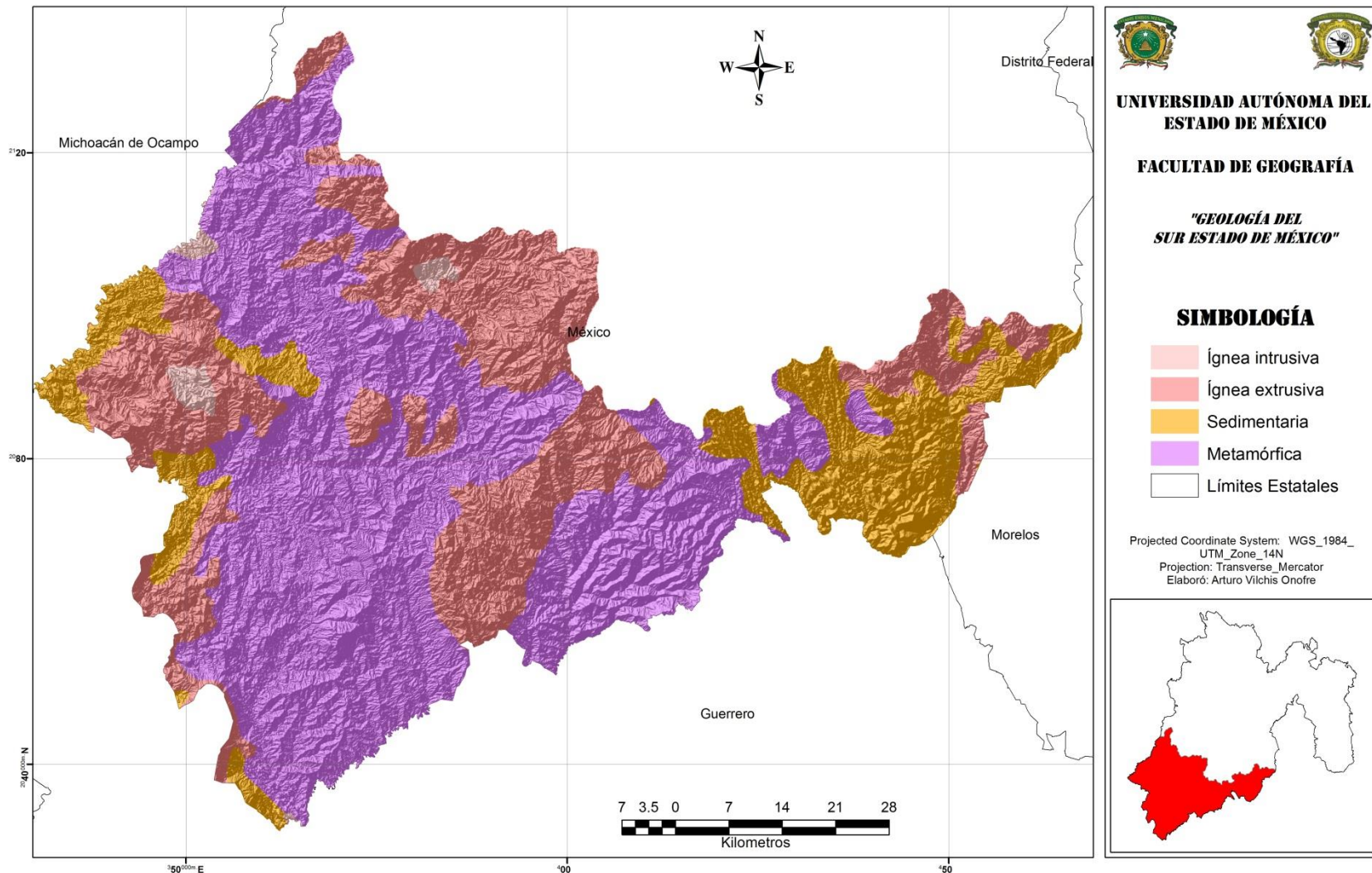
⁴ Este clima es importante en la subprovincia, pues influye en otras condiciones ambientales que hacen posible el establecimiento de varios cultivos (zona de ecotono).

Mapa 3.3 Climas presentes en la porción sur del Estado de México



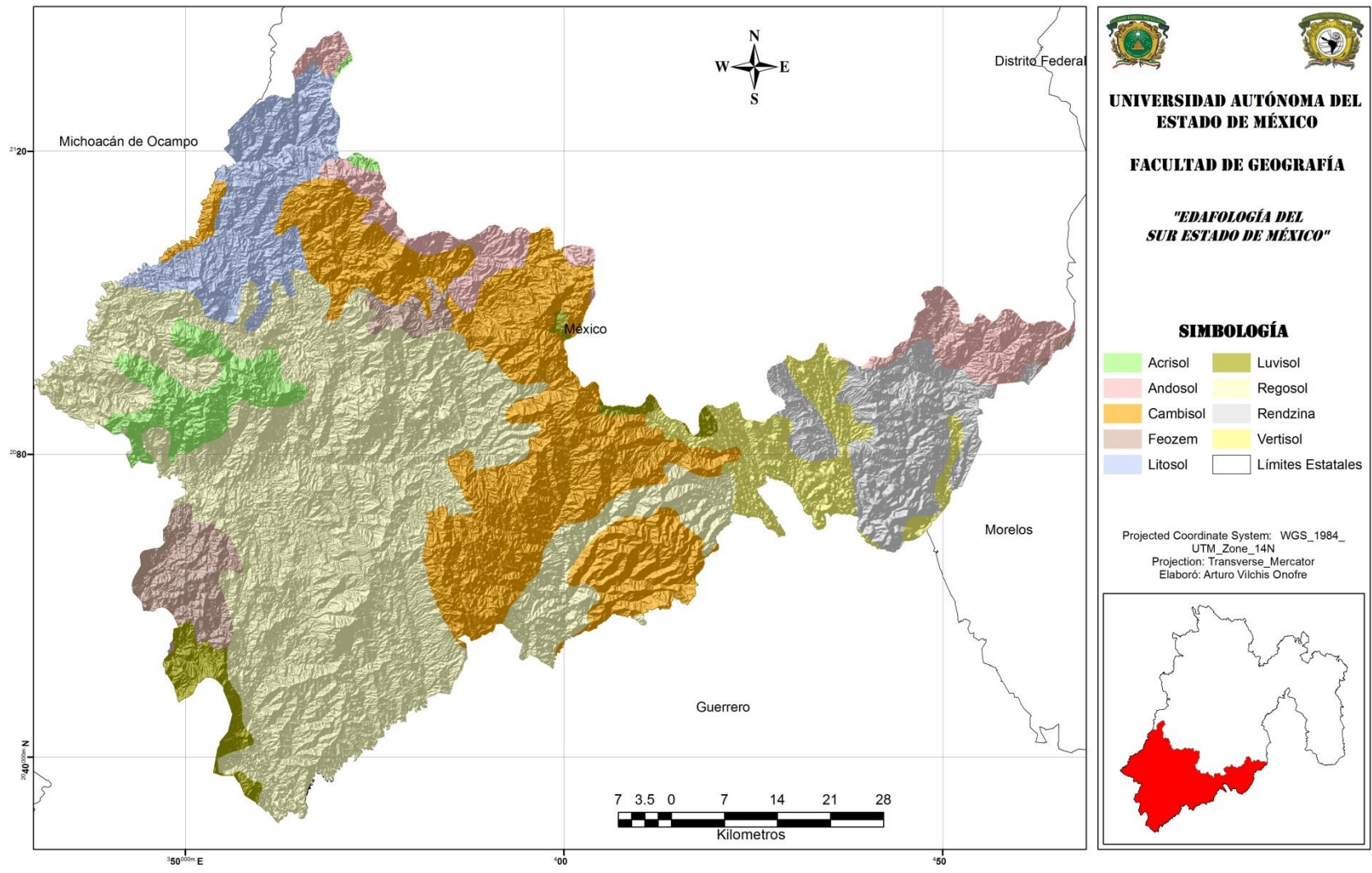
Fuente: Elaboración propia con base en Datos Vectoriales. INEGI, 2010.

Mapa 3.4 Geología del Sur del Estado de México



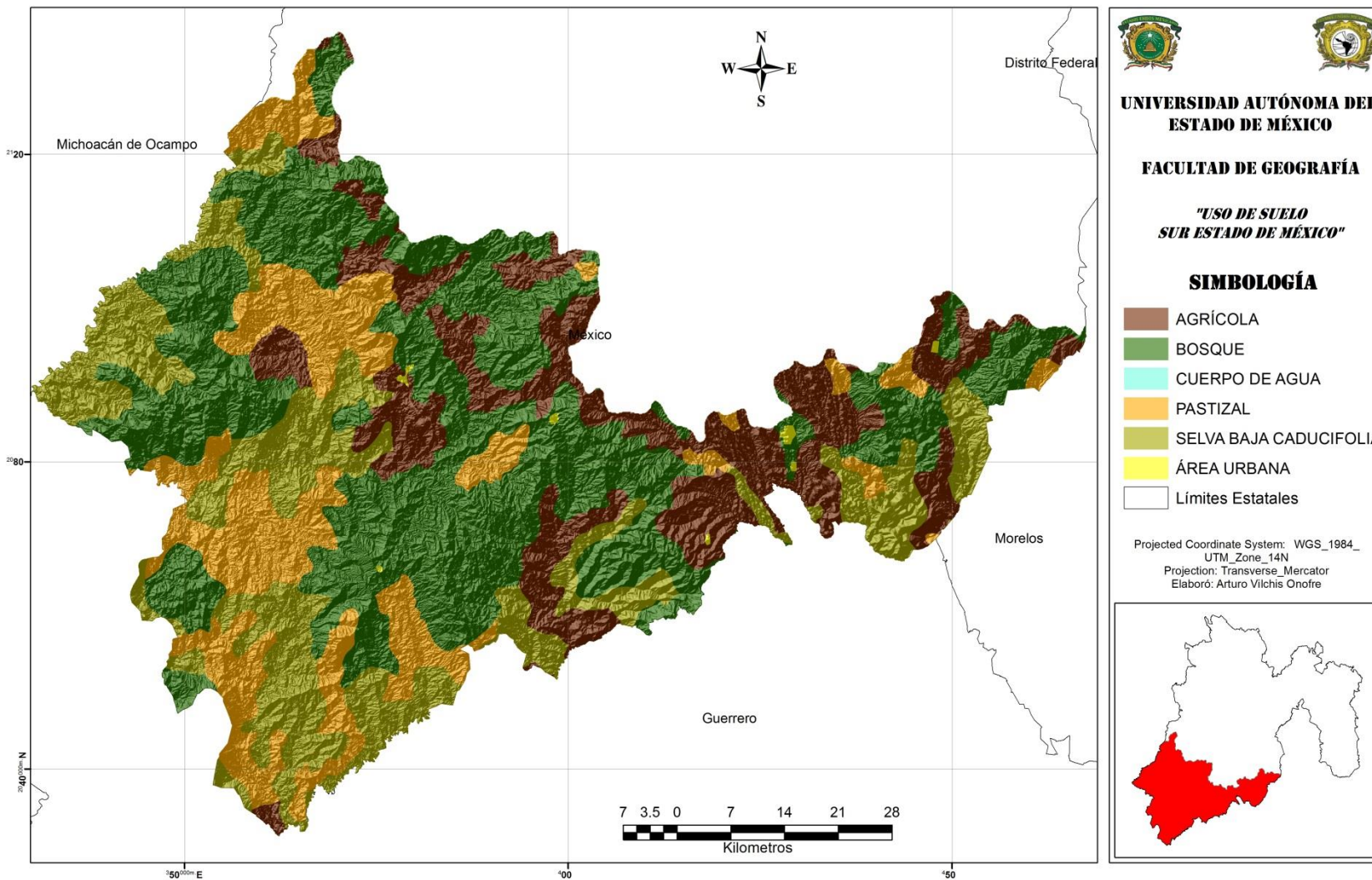
Fuente: Elaboración propia con base en Datos Vectoriales. INEGI, 2010.

Mapa 3.5 Edafología del Sur del Estado de México.



Fuente: Elaboración propia con base en Datos Vectoriales. INEGI, 2010.

Mapa 3.6 Uso del suelo en el Sur del Estado de México



Fuente: Elaboración propia con base en Datos Vectoriales. INEGI, 2010.

Las especies vegetales predominantes en los sistemas de barrancos del Sur del Estado de México, están asociadas con las condiciones climáticas, los tipos de suelos, la altitud y las características fisiográficas de la Provincia de la Sierra Madre del Sur. En el apartado de anexos se presentan las especies vegetales importantes, algunas de ellas observadas de manera directa en los sistemas y ambientes adyacentes a los barrancos (imagen 2 a la 6).

Imagen 3.1 Cirian (*Crescentia alata*). Planta existente en los bordes superiores de los barrancos del sur del Estado de México. Es una especie propia de la selva baja cuyo fruto y semillas son utilizadas con fines medicinales y ornamentales. Municipio de Zacazonapan. Estado de México. Enero, 2015.



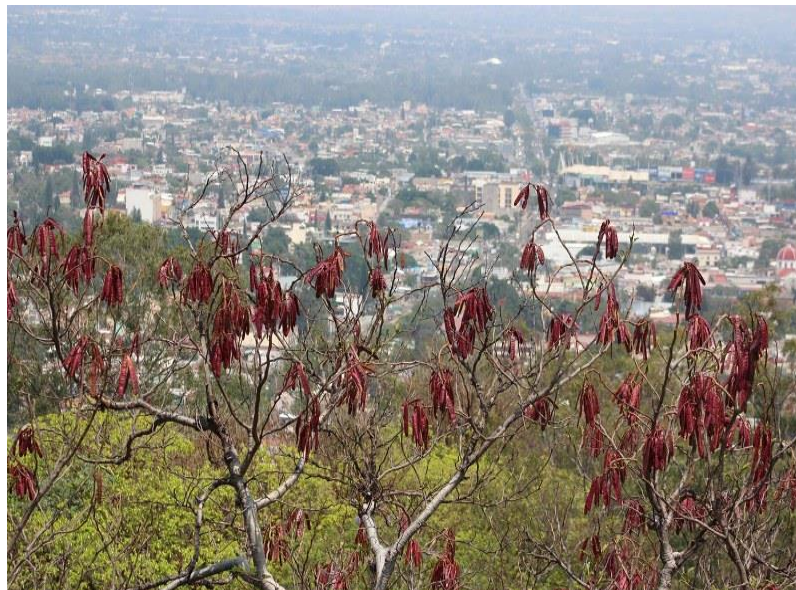
Fuente: Trabajo de campo, 2015.

Imagen 3.2 Guácima (*Guazuma ulmifolia*). Especie vegetal propia de la selva baja, los tallos y ramas son utilizados para elaborar herramientas agrícolas y como planta medicinal.



Fuente: Paleoforo, disponible en línea en <http://www.paleoforo.com/t3596-fuego-por-fricción-en-2-segundos> el 15 de enero de 2015

Imagen 3.3 Guaje (*leucaena sp*). Planta importante en la región sur del Estado de México. Las flores, frutos y semillas son consumidos por las familias campesinas para complementar la dieta alimentaria.



Fuente: Disponible en línea en <http://ciudadania-express.com/2012/05/07/testimonio-historicos-de-oaxaca-son-los-arboles-de-guaje/> el 15 de enero de 2015

Imagen 3.4 Parota (*Enterolobium cyclocarpum*). Especie vegetal propia de la selva baja (climas cálidos). Es una planta importante para la vida de las familias campesinas, pues de esta se obtienen múltiples beneficios para la agricultura y la alimentación de los animales domésticos y las personas. Esta planta prospera en los bordes superiores de los barrancos.



Fuente: Disponible en línea en: <http://gobiernocolima.blogspot.mx/2011/08/parotas-especie-protegida-por-decreto.html> 15 de enero 2015

Imagen 3.5 Pochote (*pachira quinata*). Planta de la selva baja que prospera en los ambientes de los bordes superiores de los barrancos. Los frutos son utilizados para complementar la alimentación de la familia campesina.



Fuente: disponible en línea en <http://elcerebroreciclado.blogspot.mx/2010/05/oaxaca-y-sus-colores.html> el 15 de enero de 2015

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

LA MANERA COMO SE PRESENTAN LAS COSA
NO ES LA MANERA COMO SON;
SI LAS COSAS FUERAN COMO SE PRESENTAN
LA CIENCIA ENTERA SOBRARÍA

KARL MARX

CAPÍTULO IV RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la presente investigación, tanto en trabajo de campo como en gabinete son diversos. En primera instancia se presentan los resultados de los procesos que se aplicaron con los Sistemas de Información Geográfica, posteriormente se encuentran los elementos que se observaron durante los recorridos en campo en cada barranco; por último se exponen las propuestas para la conservación y manejo de los sistemas de barrancos.

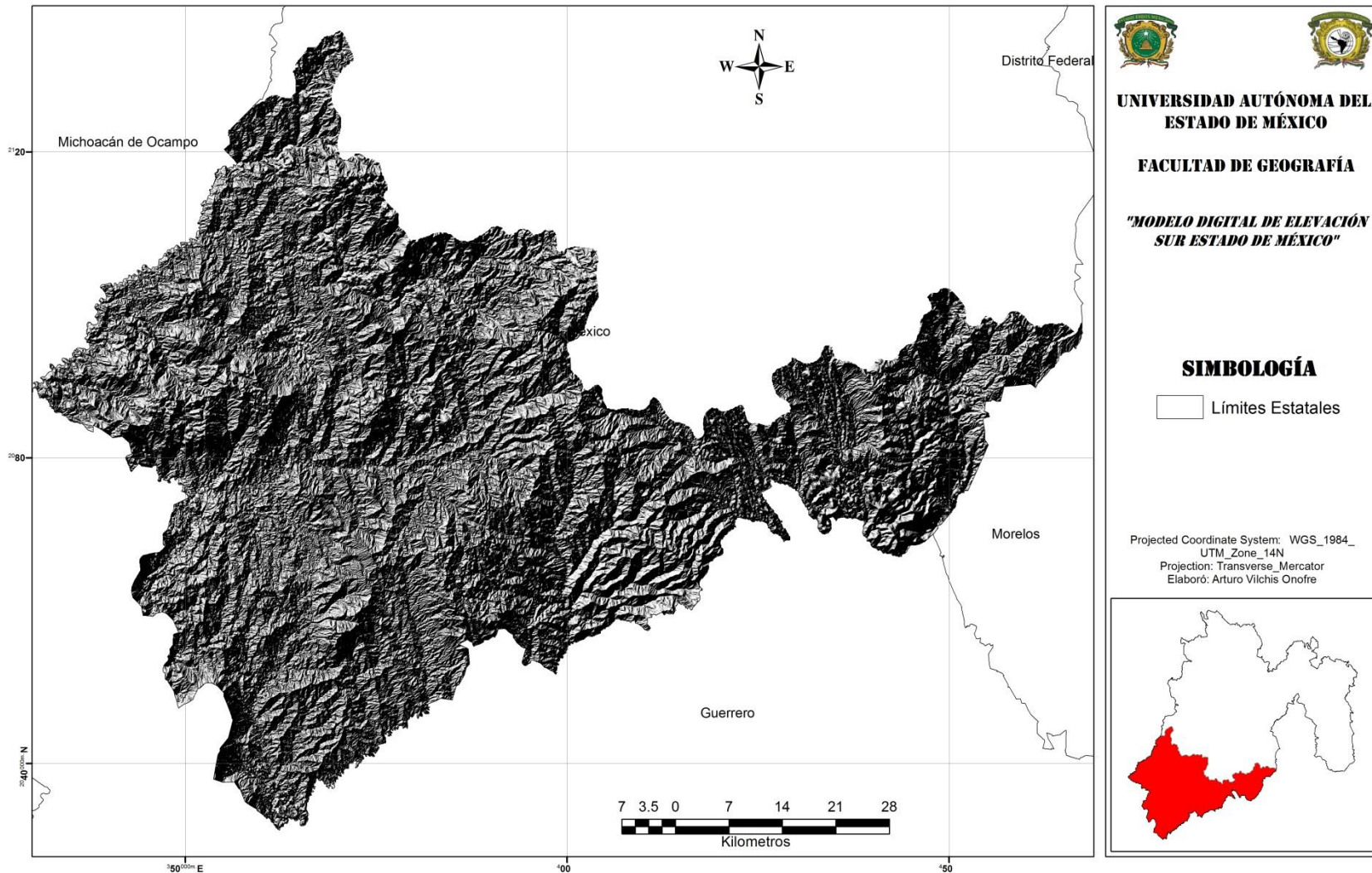
En base al Modelo Digital de Elevación (Mapa 4.1) el mapa de pendientes (Mapa 4.2) y trabajo de campo fueron localizados los sistemas de barrancos de la porción sur del Estado de México. En total fueron representados de forma cartográfica diez barrancos, de los cuales ocho fueron verificados en trabajo de campo (Mapa 4.3).

- Río Chilero
- Río Tilóstoc
- Agua Zarca
- Río Temascaltepec
- Pantoja
- Río Bado
- Río Tenancingo
- Río Calderón
- Río San Juan
- Río Chalma

En cada uno de los barrancos existen elementos homólogos (sustrato rocoso, agua, vegetación de galería o riparia,) pero también componentes heterogéneos, por ejemplo, animales acuáticos, agricultura, residuos sólidos, residuos líquidos, deforestación, símbolos rupestres prehispánicos. Otros elementos importantes en los ambientes de barrancos son símbolos culturales asociados con la religión católica, infraestructura para transitar de un borde a otro (puentes de madera colgantes), cartuchos de armas de fuego utilizados en cacería, chozas para el resguardo de herramientas y productos cultivados, rasgos de incendios, plantas medicinales e infraestructura doméstica (mangueras) para extracción de

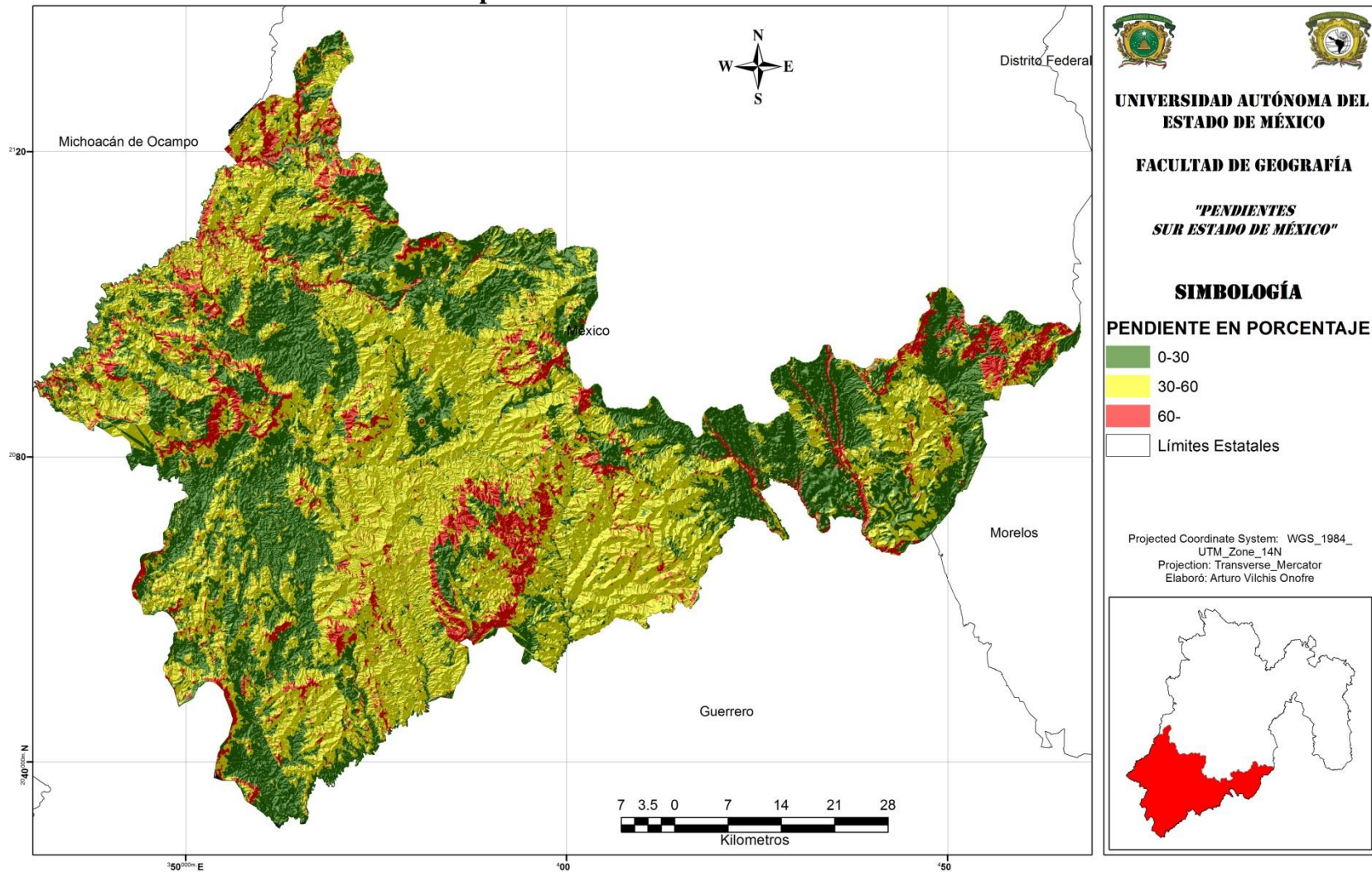
agua utilizada en el riego y la vivienda. A continuación se presentan los elementos más significativos de cada uno de los barrancos verificados en trabajo de campo.

Mapa 4.1 Modelo Digital de Elevación del Sur del Estado de México



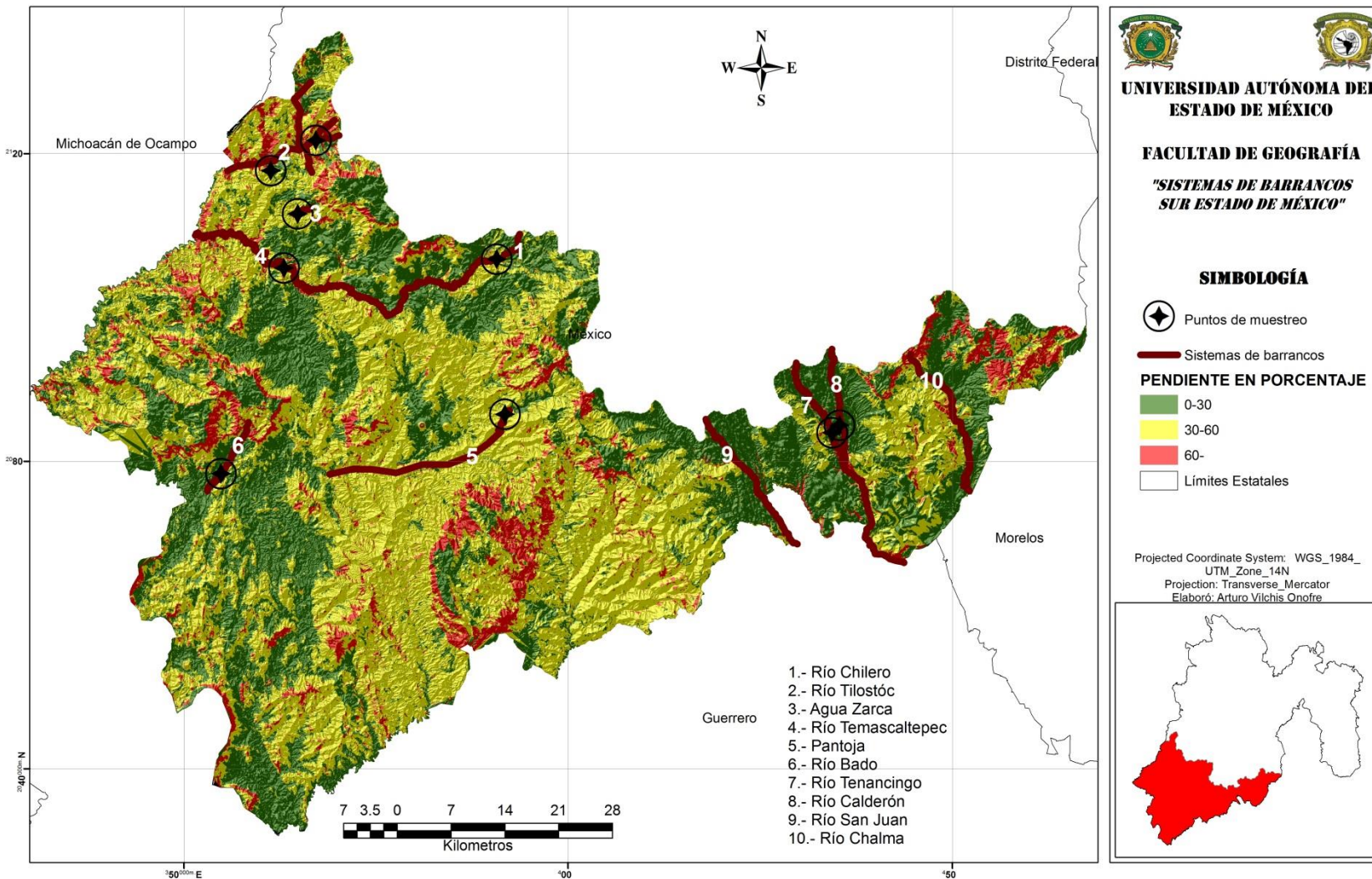
Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI, 2010.

Mapa 4.2 Pendientes del Sur del Estado de México



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI, 2010.

Mapa 4.3 Sistemas de barrancos del Sur del Estado de México



Fuente: Elaboración propia

4.1 Barranco del Río Chilero

Localizado en la Subprovincia de la Depresión del Balsas, en los municipios de Tejupilco y Temascaltepec con una longitud de 12.3km y una profundidad aproximada de 21m. El punto de muestreo se realizó en las coordenadas 19°04'17.89" de latitud norte y 100°00'43.14 de longitud oeste. El clima predominante en este barranco es el templado subhúmedo, presenta rocas de tipo ígnea intrusiva e ígnea extrusiva, predominan los suelos de tipo andosol y cambisol, el uso de suelo que ocupa una mayor superficie es el bosque.

En el punto de muestreo fueron observados algunos asentamientos humanos dispersos, sin embargo, la presencia de residuos sólidos y líquidos no fue significativa, también se observaron dos puentes antiguos para el paso de los habitantes de la zona, lo cual convierte al barranco en un elemento cultural importante dentro de la comunidad. Se encontraron formaciones rocosas de tamaño, forma, color y estructura variada. Así como vegetación riparia abundante.

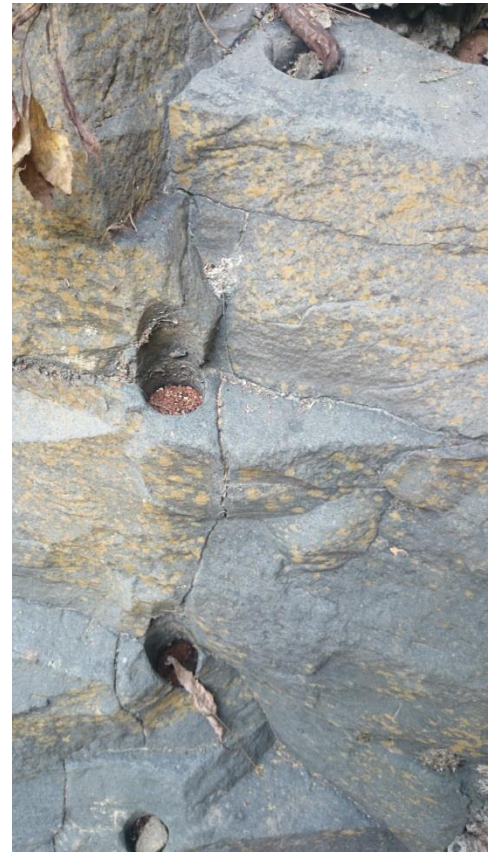
Uno de los elementos a resaltar de este barranco, es la presencia de un cerco perimetral (alambre de púas) en la parte alta del barranco, esto con el propósito de limitar el acceso a la población, a pesar de no encontrar ningún asentamiento humano en esa porción.

Imagen 4.1 Antiguos puentes en el barranco del Río Chilero. Municipio de Tejupilco, México



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

Imágenes 4.2 Formaciones rocosas del Río Chilero. Municipio de Tejupilco, México



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

Imágenes 4.3 Vegetación del Río Chilero. Municipio de Tejupilco, México



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

4.2 Barranco del Río Tilostóc

Localizado en la Subprovincia de la Depresión del Balsas, en los Municipios de Santo Tomás, Ixtapan del Oro y Otzoloapan con una longitud de 16.4km y una profundidad aproximada de 230m. El punto de muestreo se realizó en las coordenadas 19°15'5.30" de latitud norte y 100°15'48.03" de longitud oeste. Se encuentra en las unidades climáticas templado subhúmedo y cálido subhúmedo, predominan las rocas de tipo metamórficas y el suelo litosol. El uso de suelo se divide en agrícola, pastizal y bosque.

Este barranco presenta una amplia variedad de elementos naturales que lo convierten en un elemento cultural importante para los habitantes. Durante los recorridos en campo se entrevistaron habitantes de la zona, se hizo mención de algunos elementos culturales que se encontraban en el fondo de barranco (pinturas rupestres) que fueron borradas en actos vandálicos. Se encontró un altar religioso abandonado al interior de una cavidad del

barranco. También se observaron algunos cartuchos de escopeta, lo cual indica que existe cacería.

En relación con los elementos naturales, se encontró una amplia diversidad de especies frutales en el interior del barranco, esto gracias al microclima generado en este tipo de ecosistema. Se observaron diferentes productos que son utilizados por las familias que viven en los alrededores tales como limón, lima, naranja, mandarina, guanábana, plátano, zapote, papaya, chile, café y estropajo. Se encontraron algunos lugares destinados a la recolección de estos productos. También se encontró agua en coloración naranja lo cual es un indicador de óxidos de hierro.

Se realizó una entrevista a un habitante que poseía una vivienda en la orilla del barranco, el cual mencionó que estaba en busca de un comprador para su casa, la cual indicó, incluía más de 200m² del barranco, además de la mitad del cauce del río, esto es una muestra del aprovechamiento ilegal que se hace en el interior de estos sistemas.

A pesar de que se encontraron residuos sólidos en este barranco, posee una belleza natural sobresaliente, esto debido a su profundidad, las especies vegetales, las raíces de los arboles al buscar la humedad toman formas particulares, el agua con óxidos de hierro también representa un atractivo visual, así como las geoformas que se localizan al interior.

Imágenes 4.4 Elementos culturales en el barranco del Río Tilostóc. Municipio de Santo Tomás, México



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

**Imágenes 4.5 Especies vegetales cultivadas en el barranco del Río Tilostóc, Zapote blanco (*Casimiroa edulis*), Plátano (*Musa sapientum*), Papaya (*Carica papaya*), Café (*Coffea arabica*), Estropajo (*Luffa aegytiaca*) y Guanábana (*Annona muricata*).
Municipio de Santo Tomás, México**



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

Imágenes 4.6 Perturbaciones ambientales al barranco Río Tilostóc, debido a la acción del hombre. Municipio de Santo Tomás, México



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

Imágenes 4.7 Elementos naturales del barranco Río Tilostóc. Municipio de Santo Tomás, México



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

4.3 Barranco Agua Zarca

Localizado en la Subprovincia de la Depresión del Balsas, en el municipio de Otzoloapan con una longitud de 2.1km y una profundidad aproximada de 20m. El punto de muestreo se realizó en las coordenadas 19°5'53.96" de latitud norte y 100°17'6.56" de longitud oeste. Se encuentra en la unidad climática templado subhúmedo, predominan las rocas de tipo metamórficas y el suelo cambisol. El uso de suelo dominante es el bosque.

Este barranco a pesar de poseer una longitud menor a los otros cuenta con dos características particulares, la primera es la siembra de maíz en la porción más profunda donde el suelo contiene mayor humedad, este producto es utilizado por los habitantes para autoconsumo, la segunda es la extracción del agua del río para llenar contenedores (piletas) ubicados en la parte superior, donde es aprovechado por los habitantes cercanos a la comunidad y por las personas que transitan diariamente por la carretera.

Imágenes 4.8 Siembra de maíz en los márgenes del barranco de Agua Zarca. Municipio de Otzoloapan, México



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

Imagen 4.9 Aprovechamiento del agua en el barranco de Agua Zarca. Municipio de Otzoloapan, México



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

4.4 Barranco Río Temascaltepec

Localizado en la Subprovincia de la Depresión del Balsas, en los municipios de Temascaltepec, Luvianos, Zacazonapan y Otzoloapan con una longitud de 32.2km y una profundidad aproximada de 35m. El punto de muestreo se realizó en las coordenadas 19°2'4.10" de latitud norte y 100°18'5.57" de longitud oeste. El clima predominante en este barranco es el cálido subhúmedo, presenta rocas de tipo metamórfica, predominan los suelos de tipo litosol y cambisol, el uso de suelo se divide en pastizal, bosque y selva baja caducifolia.

Este barranco cuenta con una amplia diversidad vegetal propia de los ambientes de selva baja caducifolia. En el punto de muestreo se observó un puente de roca, que de acuerdo a los habitantes de la zona, anteriormente era utilizado para el cruce de vehículos y servía como punto de encuentro para los jóvenes. En el recorrido de campo también se ubicó un centro recreativo a la orilla del barranco, que aprovecha el agua del río para el establecimiento de albercas recreativas, sin embargo, a pesar del atractivo turístico del ambiente natural no cuenta con afluencia significativa de visitantes, debido a la poca difusión con la que cuenta.⁵

⁵ De acuerdo a los habitantes del lugar, uno de los factores que influyen en el bajo número de visitantes son los actos delictivos que se relacionan con el sur del Estado de México.

Imágenes 4.10 Vegetación de selva baja caducifolia en el barranco del Río Temascaltepec. Porción entre los municipio de Luvianos y Zacazonapan, México



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

4.5 Barranco Pantoja

Localizado en la Subprovincia de la Depresión del Balsas, es considerado como límite entre los municipios de Tejupilco, Amatepec y Sultepec con una longitud de 27.6km y una profundidad aproximada de 52m. El punto de muestreo se realizó en las coordenadas 18°51'50.74" de latitud norte y 100°1'38.74 de longitud oeste. Se encuentra en las unidades climáticas templado subhúmedo y cálido subhúmedo, predominan las rocas de tipo metamórficas y el suelo regosol. El uso de suelo se divide en agrícola y bosque.

En la porción superior del barranco (en el punto de muestreo) se encontraron diversos asentamientos humanos, se entrevistó a 10 habitantes de la zona mayores de 30 años, se observó en ellos un apego hacia el sistema de barrancos, esto debido a las funciones que

representa para ellos, tales como recreación, caza de animales, obtención de plantas para su consumo y con fines medicinales.

Al igual que en otros barrancos, en el Pantoja se encontraron elementos con un gran atractivo turístico, uno de ellos es la explicación que dan los habitantes de la zona sobre diferentes figuras que se encuentran en las geoformas, los habitantes señalan que existe la forma de un demonio y una serpiente en una de las paredes de los barrancos. También se observaron raíces de árboles con formas particulares, que pueden ser utilizadas como un atractivo turístico.

En este barranco se encontró una amplia diversidad de vegetación propia de los ambientes de selva baja caducifolia, se observaron diferentes cactáceas en las paredes de los barrancos, esto debido a la pendiente pronunciada lo que dificulta el acceso de la población y permite el desarrollo de estos ecosistemas.

Imágenes 4.11 Vegetación en presente en el barranco Pantoja. Municipio de Tejupilco, México



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

Imágenes 4.12 Elementos naturales del barranco Pantoja. Tejupilco, México



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

4.6 Barranco del Río Bado

Localizado en la Subprovincia de la Depresión del Balsas, en el municipio de Tejupilco con una longitud de 11.7km y una profundidad aproximada de 18m. El punto de muestreo se realizó en las coordenadas $18^{\circ}47'32.02''$ de latitud norte y $100^{\circ}22'38.30''$ de longitud oeste. El clima predominante en este barranco es el cálido subhúmedo, presenta rocas de tipo metamórficas y suelos de tipo regosol, el uso de suelo que ocupa una mayor superficie es el pastizal.

Durante los recorridos de campo se pudieron observar algunos animales domésticos (cerdos) amarrados en los árboles que se encuentran a un costado del río, esto debido al microclima que proporciona el ambiente, lo que convierte al barranco en un recurso fundamental para la supervivencia de las familias que viven en los espacios adyacentes.

También se observaron peces que de acuerdo a los habitantes entrevistados son utilizados para el autoconsumo.

Imágenes 4.13 Cauce del Río Bado. Tejupilco, México



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

4.7 Barranco del Río Calderón y Barranco del Río Tenancingo

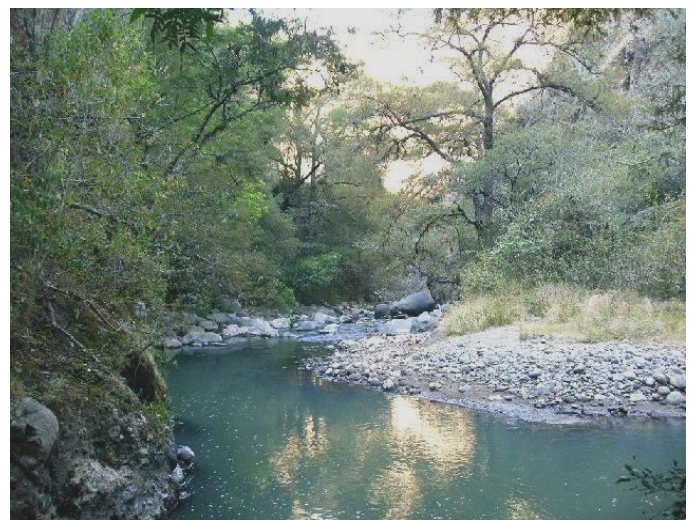
Ambos barrancos son considerados como parte del mismo sistema, localizado en la Subprovincia de Sierras y Valles Guerrerenses, y comprenden porciones de Villa Guerrero, Tenancingo, Zumpahuacan e Ixtapan de la Sal con una longitud de 34.7km y una profundidad aproximada de 400m. Los puntos de muestreo se realizaron en las coordenadas 18°50'46.29" de latitud norte 99°36'30.31" de longitud oeste y 18°50'39.29 de latitud norte y 99°37'23.08" de longitud oeste. El clima predominante en este sistema es el semicálido subhúmedo, presenta rocas de tipo sedimentaria, predominan los suelos de tipo vertisol, el uso de suelo es en su mayoría agrícola.

Este sistema representa un elemento cultural importante para la población, durante los recorridos en campo se entrevistó a 10 habitantes de asentamientos adyacentes a los barrancos, los cuales hicieron mención de los recursos que son extraídos para la subsistencia de sus familias.

En campo se observaron ambientes terrestres y acuáticos, recolección de plantas silvestres (raíces, tallos, cortezas, hojas, flores, frutos, semillas), preparación de alimentación con plantas y animales silvestres, tratamientos medicinales, elaboración de herramientas agrícolas, viviendas con partes de plantas extraídas de los barrancos, alimentación del

ganado, rituales y ceremonias con utilización de plantas silvestres, arvenses y cultivadas, uso de leña como combustible, así como la extracción de hongos, epifitas y bromeliáceas; y la captura de insectos, aves, pequeños mamíferos, peces y anfibios.

Imágenes 4.14 Elementos naturales en el barranco del Río Calderón. Municipio de Villa Guerrero, México



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

4.8 Resultados generales

El sistema con mayor longitud corresponde al formado por el barranco del Río Temascaltepec y el del Río Chilero cuya longitud aproximada es de 68 kilómetros, el barranco con menor longitud está ubicado en el municipio de Oztoloapan con 2.1 kilómetros. La longitud total de los diez sistemas de barrancos es de 168.87 kilómetros.

Con relación a la profundidad de los sistemas de barrancos observados, se encontró que el barranco con mayor profundidad corresponde al del Río Tenancingo. La profundidad promedio de éste es de 400 metros. El punto de observación donde se registró el barranco con menor profundidad corresponde al del río Bado con 18 metros.

El barranco con mayor impacto en sus componentes es el río Bado, esto se relaciona con el factor proximidad, el cual se refiere a que el asentamiento humano El Guayabal, que se encuentra ubicado a menos de 5 metros. En el punto de observación, se encontraron animales domésticos muertos, diferentes envases de pet y bebidas alcohólicas, neumáticos, residuos de construcción (escombro) y fauna nociva (gatos y perros ferales), sin embargo, a pesar de estos elementos existen en el cauce del río animales acuáticos que son utilizados por las familias de las poblaciones cercanas como fuente de alimento, lo que demuestra las funciones ambientales y sociales de los sistemas de barrancos.

Respecto a la amplitud el río Bado, en el punto de observación registró una amplitud aproximada de 42 metros. El punto de observación donde se registró la menor amplitud corresponde al barranco ubicado en la comunidad de Agua Zarca, municipio de Oztoloapan con 15 metros.

Los sistemas de barrancos correspondiente al, rio Tenancingo y Río Calderón tiene su origen en la pendiente sur del volcán Xinantecatl (Nevado de Toluca), los tres son afluentes importantes del Río Balsas, que desemboca en el Océano Pacífico. Al relacionar el origen de estos tres barrancos con el caudal y la temperatura del agua, se encontró que la temperatura de esta era menor en comparación con la de los otros seis barrancos. Al

registrar la temperatura en el punto de observación del río Temascaltepec, el termómetro marcó 8°C. En los otros dos ríos, la temperatura del agua fue de 10.5°C⁶.

Con relación al caudal en los barrancos observados, se encontró que este fue mayor en el barranco del río Temascaltepec. El menor caudal corresponde al barranco ubicado en la comunidad Agua Zarca, Otzoloapan. El día 10 y 11 de enero del año 2015, se realizó el último recorrido de observación en el barranco del Río Calderón, y Barranco del Río Tenancingo, se observó un mayor caudal en estos y se registró una menor temperatura. La pendiente sur del Volcán Xinantecatl se había deshielado, mientras la pendiente norte se encontraba aún cubierta con nieve. Este factor de deshielo está vinculado con el caudal y la temperatura de los tres barrancos que tienen su origen en esta porción del Volcán.

El componente sociocultural es importante en las condiciones ecológicas, ambientales e hidrológicas en las que se encuentran los sistemas de barrancos. Las personas entrevistadas informaron que de estos sistemas se extrae una amplia diversidad de materiales: rocas, arena, leña, madera, animales silvestres, plantas medicinales, plantas para la alimentación, plantas ornamentales y frutos, todos para el beneficio de las familias, en algunas cabeceras municipales se observó la comercialización de orquídeas, bromelias, cactáceas, heno y musgo, todos extraídos de los sistemas de barrancos, pues son los ambientes en donde prospera este tipo de organismos.

Los problemas más comunes al interior de los barrancos son la descarga de residuos líquidos y sólidos, tala clandestina, sobreexplotación de recursos naturales como plantas silvestres, tierra de monte, hongos, frutos, plantas con fines medicinales, ceremoniales y alimenticios, caza y captura de pequeños mamíferos, reptiles, aves y pesca de especies acuáticas. Estos problemas han traído como consecuencia la pérdida de elementos naturales, paisajísticos y ecológicos, lo cual afecta a los pobladores que viven cerca de los barrancos y que hacen uso de los recursos existentes para satisfacer sus necesidades básicas.

⁶ El día 7 de enero de 2015, el termómetro registró 6.5°C en el agua. Este factor está asociado con el deshielo en la pendiente sur del volcán Xinantecatl.

En cuanto a los animales representativos en los ambientes de barrancos del Sur del Estado de México, aún existe un número significativo de mamíferos, reptiles, anfibios, peces, aves e insectos, todos representativos del bosque tropical caducifolio. En campo fueron observados los siguientes animales: venado, conejo, víbora de cascabel, culebra de agua, ardilla, hurón, zopilote, águila, cuervo, codorniz, gavián, abejas, avispa, libélulas.

El sistema de barrancos es un complejo articulado (sistema abierto) integrado por agua, laderas, rocas, relieve, suelo, movimiento del agua, vegetales y animales acuáticos (subsistemas). Está representado por diferentes elementos todos integrados e interrelacionados, los elementos rectores (elementos principales) son el cauce y caudal de los ríos y arroyos. Los componentes en interacción generan una serie de conexiones, donde las acciones que se realizan en uno de los elementos integradores del sistema, puede repercutir en otro u otros. En los barrancos del Sur del Estado de México, la disposición inadecuada de residuos sólidos y líquidos, así como la deforestación son dos factores que provocan un impacto en los componentes de los barrancos, de forma principal al agua, la vegetación y los animales silvestres.

Las relaciones entre los elementos de un sistema y su ambiente son de vital importancia para la comprensión del comportamiento de sistemas vivos. Aunque los sistemas de barrancos del Sur del Estado de México no son sistemas vivos, de manera integrada contienen elementos bióticos que hacen interesante estudiarle como un todo (enfoque holístico). En el sistema hay relaciones entre las plantas con los animales silvestres, y estos dos componentes con el agua, el suelo, el clima, el relieve, con la estructura geológica y desde luego con los grupos humanos. El sistema está representado por diferentes elementos todos integrados e interrelacionados, lo que genera una serie de conexiones (Bertalanffy, 1987).

Los recursos naturales disponibles en los barrancos de Santo Tomas de los Plátanos, Otzoloapan, Villa Guerrero, Tenancingo, Ixtapan de la Sal, Zumpahuacan, Tonatico, Tejupilco e Ixtapan del Oro son utilizados por las familias que viven en las comunidades

cercanas, ya que son éstas quienes conocen la importancia de los barrancos, la diversidad de sus recursos naturales renovables y no renovables y los beneficios que proporcionan.

Los recursos naturales disponibles en los barrancos son manejados y utilizados de manera diferente por las familias. No todos los recursos existentes son utilizados, algunas familias, ni siquiera conocen el nombre de las plantas. Los recursos del barranco del Río Calderon y los del barranco de Santo Tomás de los Plátanos son los más conocidos y utilizados.

La información recopilada en las entrevistas y las observaciones directas en campo permitieron analizar lo siguiente: a) recolección de plantas silvestres (raíces, tallos, cortezas, hojas, flores, frutos, semillas), b) preparación de alimentación con plantas y animales silvestres, c) tratamientos medicinales⁷, d) elaboración de herramientas agrícolas, e) construcción de viviendas con partes de plantas, f) alimentación del ganado, g) uso de plantas para ritos rituales y ceremonias h) leña como combustible, i) extracción de hongos, epifitas y bromeliáceas, j) captura de insectos, aves, pequeños mamíferos, peces y anfibios.

En el sistema de barrancos, existen relaciones entre los diversos ambientes y las familias campesinas de las comunidades adyacentes, aún se observan elementos conservados del ambiente a pesar de su uso. Los impactos ambientales no siempre son originados por las comunidades locales, ya que estos barrancos al ser parte de un sistema, aguas arriba y debido a las características de las cuencas, otros asentamientos humanos ubicados en mayor altitud, descargan residuos sólidos y líquidos que provocan la contaminación del agua.

La vegetación natural también ha sido afectada por la tala clandestina de algunas especies arbóreas, las quemadas no controladas, el sobrepastoreo, y el hecho de que algunos campesinos tratan de incrementar la superficie limítrofe de sus parcelas, abriendo nuevos

⁷ Algunas plantas utilizadas en el tratamiento de personas enfermas son: Muicle (*Jacobinia spicigera*), Palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*), Flor de peña (*Selaginella rupestres*), Arrayán (*Eugenia fragrans*), Guaje (*Leucaena esculenta*), Cola de caballo (*Equisetum robustum*), Nopal (*Opuntia sp*), Ortiga (*Urtica dioica*), Cuachalalate (*Juliana adstringens*), Orégano (*Brickellia veronicaefolia*), Rosa de castilla (*Lippia callicarpaefolia*), Pericón (*Tagetes florida*), chapulixtle (*Dodonaea viscosa*), Hierba del golpe (*Oenothera simsiana*) y Salvia (*Buddleia albida*).

espacios naturales para el pastoreo y para el establecimiento de cultivos de especies agrícolas (agricultura de roza – tumba – quema).

La introducción de especies vegetales y animales que no son propias del ambiente de los barrancos, la concentración de actividades ilícitas y la fauna feral, son otros factores que afectan a la estructura y funcionamiento de los sistemas de barrancos, pero estos pueden ser controlados mediante acciones de restauración y gestión.

El análisis de la hemerobia se vio limitado por diversos factores, la zona de estudio se encuentra, de acuerdo a los habitantes de la región, en condiciones de inseguridad debido a grupos delictivos, lo cual, impidió realizar un análisis con mayor profundidad de las actividades antrópicas que han transformado el paisaje de los barrancos, por lo tanto únicamente se presentó la descripción general de las condiciones ambientales.

4.9 Propuestas de manejo

El manejo es relevante y urgente en los ambientes de barrancos, ya que de ello dependen otras actividades y acciones que propiciarán y complementarán la conservación y protección. En base a lo observado en los recorridos en campo, se elaboraron las siguientes propuestas.

- Fomentar la integridad del espacio geográfico de los sistemas de barrancos incluyendo sus componentes fisiográficos, ecológicos, biológicos, y paisajísticos, mediante la ejecución de actividades de prevención, vigilancia, control y restauración, esto con la finalidad de hacer cumplir la normatividad para protección de los ecosistemas y los procesos ecológicos
- Establecer concertación social y coordinación institucional para el establecimiento de un sistema de inspección y vigilancia permanente que favorezca la protección de los componentes de los sistemas de barrancas, la superficie actual y las condiciones del paisaje.
- Hacer partícipes a los habitantes que viven en entornos adyacentes a los barrancos para que se cumpla la normatividad y controlar los cambios de ocupación de uso del suelo.

- Evitar y controlar las acciones antrópicas que provocan impactos ambientales sobre los componentes de los barrancos y los asentamientos humanos adyacentes.
- Identificar y limitar los accesos a los sistemas de barrancos.
- Colocar señalamientos, preventivos, restrictivos e informativos.
- Proteger e incrementar la cubierta vegetal con especies propias de los ecosistemas de barrancos, para disminuir la fragilidad y vulnerabilidad de los ecosistemas
- Evitar y controlar la introducción, dispersión y distribución de especies invasoras y especies nocivas en los ecosistemas de los barrancos, esto con el propósito de recuperar el espacio y el hábitat de poblaciones silvestres y fomentar la continuidad de los procesos ecológicos.
- Manejar con técnicas agroecológicas la superficie de suelo ocupada con cultivos y el manejo de animales domésticos, esto con la finalidad de contribuir al cuidado de los recursos naturales
- Aplicar el enfoque sistémico para promover el manejo y uso sustentable de los recursos naturales existente en los barrancos, esto mediante estrategias de participación de dependencias gubernamentales.
- Gestionar el pago por la producción de servicios ambientales, para así propiciar el mejoramiento de los elementos de los barrancos.
- Recuperar, sanear y rehabilitar las condiciones de los componentes físicos, biológicos y ecológicos de los sistemas de barrancos para promoción de actividades recreativas y turísticas.
- Realizar un estudio de balance hidrológico para conocer la dinámica de los escurrimientos superficiales y el comportamiento de los acuíferos en los barrancos.
- Promover la formación del suelo en zonas críticas de los barrancos, mediante la aplicación de técnicas agroecológicas.

Es importante resaltar que el factor determinante para la efectividad de las propuestas anteriores es la participación social, ya que depende del interés y sobre todo del conocimiento con el que cuentan para fomentar las funciones ambientales y culturales de los sistemas de barrancos.

CONCLUSIONES Y DISCUSIONES

CUANDO EL
ÚLTIMO ÁRBOL SEA CORTADO,
EL ÚLTIMO RÍO ENVENENADO,
EL ÚLTIMO PEZ PESCADO,
SOLO ENTONCES EL HOMBRE DESCUBRIRÁ
QUE EL DINERO NO SE COME

CONCLUSIONES Y DISCUSIONES

Hasta el momento en el sistema de barrancos, existen relaciones entre los diversos ambientes y las familias campesinas de las comunidades adyacentes, visualizándose aun elementos conservados del ambiente a pesar de su uso y manejo. Sin embargo, en algunas áreas se observan impactos ambientales, ya que por sus condiciones paisajísticas, ambientales, ecológicas e hidrológicas; los impactos a los componentes de los barrancos son provocados de forma directa e indirecta por las actividades humanas de las familias que viven en comunidades adyacentes a estos sistemas.

La proximidad de los sistemas de barrancos del Sur del Estado de México con las comunidades habitadas por familias campesinas es un factor geográfico y sociocultural asociado con el impacto ambiental que presentan algunos de los barrancos. Estos ambientes se han convertido en depósitos de residuos sólidos y líquidos que se generan al interior de los asentamientos humanos, por lo que es común encontrar envases de vidrio y plástico, neumáticos, bolsas de plástico, animales muertos, latas de aluminio, residuos orgánicos agrícolas y domésticos.

La profundidad es un elemento importante en los sistemas de barrancos, pero al mismo tiempo representa, un factor que influye en la protección o impacto de los mismos, es decir, a menor profundidad es mayor el impacto ambiental y el grado de hemerobia, mientras que a mayor profundidad es mayor el grado de protección.

La profundidad de los barrancos condiciona el grado de protección de los mismos, pero, no es un factor determinante. Un factor asociado con el grado de hemerobia en los sistemas de barrancos es el acceso.

Si bien es cierto que los sistemas de barrancos proporcionan servicios a las familias de localidades adyacentes, se debe tener un control establecido, por ejemplo en la cacería, ya que si se efectúa de forma inmoderada las especies no continuarán con su ciclo afectando a todo el sistema.

No todos los grupos sociales que viven cerca de los ambientes de barrancos valoran la importancia de los barrancos, pues de algunos de éstos no se obtienen beneficios tangibles directos. Desde luego esta situación está vinculada con otros factores, por ejemplo, el difícil acceso, los riesgos para descender, la pendiente, la profundidad y la abundancia o escases de componentes biológicos importantes para la subsistencia. Por lo tanto, es necesario implementar programas de difusión de las diferentes funciones y elementos que se encuentran presentes en los sistemas de barrancos, con lo cual, se detendría o disminuiría el impacto.

Uno de los factores que dificultó el desarrollo de la investigación, es el que no se cuente con una definición precisa de lo que es un barranco, es decir, no se establecen los criterios suficientes para distinguir un barranco de un “río profundo”, no se encuentra establecido cual es la profundidad, la pendiente o los elementos que se deben encontrar en un sistema de barranco, por lo que se propone una investigación que se enfoque a la clasificación de los mismos. Otro elemento a considerar es que los barrancos deben ser considerados en la cartografía, ya que son representados con las características superficiales y no se considera la porción más profunda.

Son escasas las investigaciones que se han realizado en los ambientes de barrancos, pues no todos los investigadores o estudiantes interesados en realizar estudios poseen la capacidad física para ingresar y recorrer estos ambientes, aun existiendo interés, las personas no siempre se exponen al riesgo y peligro. Por esta razón, los sistemas de barrancos son ambientes poco estudiados por los geógrafos y otros profesionales de las ciencias sociales y ambientales. Algunos de los peligros encontrados en el desarrollo de esta investigación, van desde resbalar por alguna de las paredes del barranco, hasta la prohibición del acceso por grupos que se han apropiado de estos espacios.

Es importante que los especialistas en la ciencia de la geografía busquen otros espacios para el desarrollo de investigaciones, pues el estudio de los barrancos se ha enfocado a cuestiones geomorfológicas, sin considerar que poseen una amplia diversidad de ambientes que desempeñan funciones desde el campo de lo ecológico hasta lo cultural. Con base en

este razonamiento, se considera relevante emprender acciones para que a corto y mediano plazo otros estudiosos de la geografía realicen investigaciones que permitan entender de manera global (holística) la estructura, organización, funcionamiento e importancia de los sistemas de barrancos, partiendo de la unidad de estudio llamada ecosistema.

Solo en el Barranco de Santo de los Plátanos y el barranco de San Martín Otzoloapan se práctica la agricultura (fruticultura). En las orillas del río, entre los espacios no ocupados por rocas y entre ambientes húmedos, las familias que viven en comunidades rurales de los dos Municipios cultivan más de diez especies diferentes de árboles, arbustos y herbáceas: mamey, mango, aguacate, plátano, zapote negro, ciruela mexicana, tamarindo, naranja, lima, mandarina, limón, papaya, calabaza, chile, guaje. Los productos obtenidos son utilizados en la alimentación de la familia y los excedentes son comercializados en los mercados locales.

A pesar de que algunos autores han demostrado la importancia de sus funciones, no se han diseñado ni aplicado propuestas para su protección y posible decreto como áreas naturales protegidas. Es urgente gestionar su decreto ante las dependencias federales, estatales y municipales, pues de esta manera se puede fomentar su preservación y desde luego, favorecer la continuidad de los procesos ecológicos. Aunado a esto se debe considerar el factor sistémico de los barrancos, es decir, no es suficiente con proteger el barranco como tal, se deben establecer técnicas para no degradar sus funciones a través de diferentes residuos, deforestación o eliminación de especies.

Los barrancos, constituyen ambientes importantes y no sólo se les debe considerar como tierras inhóspitas, pues además, de ser un espacio que por sus condiciones contiene varios ecosistemas, es una reserva potencial futura de alimentos para algunas familias rurales, pero, es necesario consolidar estrategias, para fomentar su protección debido a que se empiezan a visualizar problemas de impacto ambiental, una de estas, sería iniciar acciones de restauración ambiental y ecológica, ya que en las condiciones en que se encuentran no es pertinente gestionar su decreto como áreas naturales protegidas.

Desde el punto de vista geográfico, ambiental, ecológico, paisajístico, hidrológico, sociocultural y económico, el sistema de barrancos es multifuncional, pues en sus ambientes se encuentra una amplia diversidad de recursos naturales que en algunos casos son utilizados de manera racional por los habitantes de las comunidades adyacentes. Su importancia se centra en la diversidad de microclimas, biodiversidad, paisajes, ríos, diversidad de ambientes, recreación de los pobladores, recarga de acuíferos, historia ambiental y morfoestructuras.

La propuesta de gestión para el decreto de los barrancos como áreas naturales protegidas debe diseñarse con relación a los elementos geográficos, geomorfológicos, paisajísticos, topográficos, climáticos, hidrológicos, agroecológicos, biológicos y socioculturales, éstos tienen potencialidad para diversos fines, además, los accesos hasta las áreas más profundas de los barrancos representan indicadores que favorecerían su protección. Los barrancos del Sur del Estado de México representan un elemento natural de trascendencia para las familias que habitan cerca de ellos, toda vez que, la diversidad de ecosistemas existentes, es una reserva de recursos para la subsistencia familiar.

Bibliografía

- Bassols, Á. (1983). *México: formación de regiones económicas*. México: UNAM.
- Bertrand, G. (1968). Paysage at géographie physique globale. *Géographie des Pyrénées et du Sud-Ouest*.
- Berutchachvili, N., & Bertrand, G. (1978). Le géosistème ou (système territorial naturel). *Revue Géographique des Pyrenées et du Sud-Ouest*, 167-180.
- Bocco, G., Urquillo, P., & Vieyra, A. (2011). *Geografía y ambiente en América Latina*. México: UNAM.
- Campa, M. F., Ramírez, J., Flores, R., & Coney, P. (1980). *Conjuntos estratotectónicos del occidente de Guerrero y oriente de Michoacán*. México: Resúmenes de la V Convención Geológica Nacional.
- Castaño, F. (2007). Teoría General de Sistemas. *Universidad abierta y a distancia UNAD*.
- Dajous, R. (2002). *Tratado de Ecología*. Madrid: Multi Prensa.
- De Bolós, M. (1992). *Manual de la ciencia del paisaje*. Barcelona: Masson.
- De Cserna, Z. (1965). *Reconocimiento geológico en la Sierra Madre del Sur de México, entre Chilpancingo y Acapulco, Estado de Guerrero*. México: Boletín del Instituto de Geología, UNAM.
- Espinosa, L. M. (2000). *Geomorfología del noreste del Nevado de Toluca, México*. México D.F: Tesis de Maestría, UNAM.
- Federal, P. A. (2000). Ley ambiental del Distrito Federal.
- García, G. (2012). *Análisis del grado de hemerobia en la cuenca de Toluca*. Toluca: Tesis de Maestría, UAEM.
- García, J. R., Torres, M., & Jaramillo, F. (15 de Diciembre de 2014). *Las barrancas de cuernavaca*. Obtenido de Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático: http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgipea/pon_barranca_cuernavaca.pdf
- Gómez, M. C. (2002). *Métodos y técnicas de la cartografía temática*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- González, A. (1997). *La influencia de la Antropología Estadounidense en México: el caso de la ecología cultural*. México: UNAM.
- González, J., & Hernández, Z. (2003). *Paradigmas emergentes y métodos de investigación en el campo de la orientación*. Valencia.

- Haggett, P. (1975). *Geography: a modern synthesis*. Nueva York: Harper and Row.
- Heine, K. (1971). Informe preliminar sobre actividades de investigación geomorfológica: morfología del valle del Atoyac. *Comunicaciones*, 1-7.
- Higuera, A. (2003). *Teoría y método de la geografía: introducción al análisis geográfico regional*. España: Prensas universitarias de Zaragoza.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática . (2000). *Geología de la República Mexicana*. México: UNAM.
- Juan, J. I. (2006). *Multifuncionalidad de los sistemas de barrancos en México. Análisis geográfico, ecológico y cultural*. Argentina: Dunken.
- Juan, J. I. (2013). Manejo de recursos naturales y procesos agrícolas para el turismo campesino en un Ejido de transición ecológica de México. (Primera parte). *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 327-342.
- Juan, J. I., Gutiérrez, J. G., García, I. E., Ramírez, Á., Baró, J. E., Pozas, J. G., . . . Vilchis, A. (2014). *Conservación y manejo de un área natural protegida del Valle de México. Barranca El Huizachal, Barranca Plan de la Zanja y Barranca Santa Cruz. Análisis espacial, económico y ambiental*. España: Eumed.
- Juan, J. I., Monroy, J., Gutiérrez, J. G., Antonio, X., & Balderas, M. Á. (2009). Los sistemas de barrancos mexicanos, un recurso potencial para el turismo alternativo. El caso del río Calderón, Estado de México. *El periplo sustentable*.
- King, C. (1990). *Geografía Física*. Madrid: Oikos Tau.
- Leff, E. (1986). *Ecología y Capital*. México: UNAM.
- Leyes y Códigos de México. (2001). *Ley Agraria y Ley Orgánica de los Tribunales Agrarios. Disposiciones*. México: Porrúa.
- Lugo, J. (1989). *Diccionario Geomorfológico*. México: UNAM.
- Martínez, J. (2000). Cartografía de la actividad erosiva de barrancos a partir de imágenes de teledetección. *Revista de teledetección*.
- Martínez, W. (2004). Estudio integrado del grado de antropización a escala del paisaje: propuesta metodológica y evaluación. *ANTROPOS*, 1-20.
- Mateo, J. (1984). *Apuntes de Geografía de los Paisajes*. Imprenta Andre Voisin.
- Mateo, J. (1991). *Geoecología de los Paisajes. Apuntes para un curso de postgrado*. Venezuela: Universidad de los Andes.

- Mateo, J. (2002). *Geografía de los paisajes. Primera parte: paisajes naturales*. La Habana: Universidad de la Habana.
- Medina, A., Salazar, T., & Álvarez, J. (21 de Enero de 2015). *Fisiografía y suelos*. Obtenido de <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/9647/1/01FISIOGRAFIAAUTORES.pdf>
- Naturales, S. d. (20 de Diciembre de 2014). *Instituto Nacional de Ecología*. Obtenido de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/443/cap2.html>
- Odum, E. (1985). *Ecología*. México: Interamericana.
- Pérez, A. (2007). *El método comparativo: Fundamentos y desarrollos recientes*. USA: Departamento de ciencia política. Universidad de Pittsburgh.
- Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal. (2001). *Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal*. México.
- Rougerie, G., & Berutchachvilli, N. (1991). *Geosystemes et paysages. Bilan et methods*. París: Armand Colin.
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. México: Limusa.
- Sadi, N. (1987). *Reflexiones sobre la Potencia Motriz del Fuego*. (J. O. Ordoñez, Trad.) Alianza.
- Schimd, C., & Young, P. (1981). Las técnicas de la investigación social. Capítulo XIV: El método ecológico en la investigación social. *Revsta Mexicana de Sociología*, 283-316.
- Servín, J. (2000). *Sistemas de cultivo en una barranca: el caso de Xopilapa en Veracruz Central*. México: Tesis de Maestría, Universidad Iberoamericana.
- Smuts, J. C. (1926). *Holism and evolution*. London: Macmillan.
- SSP, S. d. (1981). *Síntesis Geográfica del Estado de México*. México: Coordinación general de los servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática.
- Steward, H. (1955). *Theory of Culture Change. The Methodology of multilineal Evolution*. USA: University of Illinois Press Urbana.
- Stoll, A. (2007). *Hemerobia: una medida para evaluar el estado de conservación de comunidades vegetales nativas*. Chile: Chloris Chilensis.
- Turner, M., Gardner, R., & O'Neill, R. (2001). *Landscape ecology in theory and practice: Pattern and process*. Nueva York: Springer Verlag.
- UAEM, U. A. (2002). *Programa de Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca Amanalco-Valle de Bravo*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Union, I. G. (1983). *Terminology and concepts in Landscape Synthesis*. Helsinki: UGI.

Van Gigch, J. O. (1981). *Teoría general de sistemas aplicada*. México: Trillas.

Vidal, R., Campa, M. F., & Alencaster, G. (1980). *El conjunto Petrotectónico de Zihuatanejo, Guerrero-Coalcomán, Michoacán*. México: Soc. Geol. Mexicana.

Von Bertalanffy, L. (1950). An Outline of General System Theory. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 134-165.

Von Bertalanffy, L. (1987). *Teoría general de los sistemas*. México: Fondo de Cultura Económica.

ANEXO
ESPECIES VEGETALES EN EL SUR
DEL ESTADO DE MÉXICO

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<i>Acacia cymbispina</i>	Huizcolote	<i>Carica mexicana</i>	bonete
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	<i>Carpinus caroliniana</i>	
<i>Acacia pennatula</i>	Tepame	<i>Carpinus sp</i>	
<i>Acacia sp</i>	Acacia	<i>Cassia pringlei</i>	
<i>Alnus firmifolia</i>	Aile	<i>Cassia sp</i>	
<i>Alnus jorullensis</i>	Aile	<i>Ceiba pentandra</i>	pochote
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Zorrillo	<i>Ceiba sp</i>	
<i>Amphipterygium adstringens</i>	Cuachalala	<i>Celeastrus pringlei</i>	quebracho
<i>Andirea galeotina</i>	Cedro, táscate	<i>Cercocarpus sp</i>	
<i>Andropogon hirtiflorus</i>		<i>Clethra mexicana</i>	
<i>Arbutus glandulosa</i>	Madroño	<i>Clethra sp</i>	mamahuastle
<i>Arbutus sp</i>		<i>Cleyera mexicana</i>	
<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	<i>Cordia sp</i>	cueramo
<i>Arctostaphylos polofolia</i>		<i>Crataegus sp</i>	tejecotillo
<i>Arctostaphylos sp</i>		<i>Crescentia alata</i>	cirian
<i>Bauhinia sp</i>		<i>Croton sp</i>	
<i>Boconia arborea</i>		<i>Dalea sp</i>	
<i>Bouteloua filiformis</i>	Pasto	<i>Dodonaea viscosa</i>	chapul, jarilla
<i>Bouteloua spp</i>	Pasto	<i>Estrato arbustivo</i>	
<i>Bursera excelsa</i>	Copal	<i>Ficus sp</i>	amate
<i>Bursera fagoroides</i>	Cebolleta	<i>Fraxinus uhdei</i>	fresno
<i>Bursera simuraba</i>	Cuajilote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	guacima
<i>Bursera sp</i>	Copal	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	brasil
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	<i>Heliocarpus occidentalis</i>	
<i>Caesalpinia sp</i>		<i>Ipomoea murocoides</i>	casahuate
<i>Calliandra anomaca</i>		<i>Ipomoea sp</i>	casahuate
<i>Capparis sp</i>		<i>Ipomoea urocoides</i>	casahuate

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	Casahuate	<i>Quercus laurina</i>	encino
<i>Juniperus flaccida</i>	cedro, táscate	<i>Quercus magnoliifolia</i>	encino
<i>Juniperus sp</i>		<i>Quercus microphylla</i>	encino
<i>Justicia sp</i>	Eucalipto	<i>Quercus scytophylla</i>	encino
<i>Karwinskia humboldtiana</i>		<i>Quercus sp</i>	encino
<i>Karwinskia sp</i>		<i>Quercus urbani</i>	encino
<i>Leucaena sp</i>	Guaje	<i>Randia cinerea</i>	
<i>Leucothoe mexicana</i>		<i>Randia sp</i>	
<i>Lippia calicarpaefolia</i>		<i>Rhus sp</i>	
<i>Lonchocarpus sp</i>	palo de aro	<i>Rubus adenotrichus</i>	
<i>Lupinus sp</i>		<i>Salvia polystacgya</i>	
<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Tepeguaje	<i>Senecio salignus</i>	
<i>Lysiloma sp</i>		<i>Serjania paniculata</i>	
<i>Lysiloma tergemina</i>	Tepeguaje	<i>Simplocos prionophylla</i>	
<i>Marssonia</i>		<i>Smilax pringlei</i>	zarzaparrilla
<i>Mimosa sp</i>		<i>Solanum cervantessi</i>	
<i>Oreopanax</i>	Candelerillo	<i>Spondias purpurea</i>	ciruelo
<i>Oreopanax xalapensis</i>		<i>Spondias sp</i>	ciruelo
<i>Pinus Douglasiana</i>	Pino	<i>Stemmadenia bella</i>	
<i>Pinus leiophylla</i>	Pini blanco	<i>Tagetes tenuifolia</i>	
<i>Pinus michoacaba</i>	pini real, ocote	<i>Ternstroemia pringlei</i>	tila
<i>Pinus oocarpa</i>	pino trompillo	<i>Ternstroemia sp</i>	
<i>Pinus sp</i>		<i>Thevetia tevetioides</i>	yoyote
<i>Pisonia aculeata</i>		<i>Trichilia havanensis</i>	coyol
<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	<i>Verbesina sp</i>	
<i>Pithecellobium sp</i>	guaje blanco	<i>Verbesina virgata</i>	
<i>Prunus serotina</i>		<i>Vernonia canescens</i>	
<i>Pseudomdingium perniciosum</i>	Copal	<i>Vitex pyramidata</i>	
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	<i>Vitex sp</i>	
<i>Pterocarpus sp</i>		<i>Vitis Bourgaeana</i>	jua silvestre
<i>Quercus castanea</i>	Encino	<i>Ziziphus amole</i>	
<i>Quercus centralis</i>	Encino		

Fuente: Elaboración propia con base en SSP, 1981 y trabajo de campo, 2014.

CONTENIDO

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I METODOLOGÍA	14
1.1 Trabajo de campo	15
1.2 Trabajo de gabinete	16
1.2.1 Aplicación de técnicas de teledetección y sistemas de información geográfica	17
1.3 Aplicación de métodos	19
CAPÍTULO II CONSIDERACIONES TEÓRICAS	21
2.1 Asociación entre la Teoría General de Sistema y la Geografía	28
2.2 La geografía y el estudio de los sistemas de barrancos	30
2.3 El paisaje y el grado de hemerobia	33
CAPÍTULO III CARACTERIZACIÓN FÍSICO GEOGRÁFICA DEL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO	37
3.1 Ubicación del sur del Estado de México en el contexto Fisiográfico	38
3.2 Subprovincia de la Depresión del Balsas	48
3.3 Subprovincia de las Sierras y Valles Guerrerenses	50
CAPÍTULO IV RESULTADOS	61
4.1 Barranco del Río Chilero	67
4.2 Barranco Río Tilostóc	69
4.3 Barranco Agua Zarca	73
4.4 Barranco Río Temascaltepec	74
4.5 Barranco Pantoja	75
4.6 Barranco del Río Bado	77
4.7 Barranco del Río Calderón y Barranco del Río Tenancingo	78
4.8 Resultados generales	80
4.9 Propuestas de manejo	84
CONCLUSIONES Y DISCUSIONES	86
BIBLIOGRAFÍA	91
ANEXOS	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Número	Figura	Página
1.1	Procedimientos para el análisis de los sistemas de barrancos del sur del Estado de México	20
2.1	Diagrama adaptado para el estudio del sistema de barrancos	30
3.1	Provincias Fisiográficas de la República Mexicana	41
3.2	Porción de la Sierra Madre del Sur dentro del Estado de México (Zona de Estudio)	46

ÍNDICE DE MAPAS

Número	Mapa	Página
3.1	Provincias fisiográficas presentes en el territorio del Estado de México.	42
3.2	Subprovincias fisiográficas del sur del Estado de México	49
3.3	Climas presentes en la porción sur del Estado de México	56
3.4	Geología del Sur del Estado de México	57
3.5	Edafología del Sur del Estado de México.	58
3.6	Uso del suelo en el Sur del Estado de México	59
4.1	Modelo Digital de Elevación del Sur del Estado de México	66
4.2	Pendientes del Sur del Estado de México	67
4.3	Sistemas de barrancos del Sur del Estado de México	68

ÍNDICE DE IMÁGENES

Número	Imagen	Página
3.1	Cirian (<i>Crescentia alata</i>)	60
3.2	Guácima (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	61
3.3	Guaje (<i>leucaena sp</i>)	61
3.4	Parota (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>)	62
3.5	Pochote (<i>pachira quinata</i>)	62
4.1	Antiguos puentes en el barranco del Río Chilero. Municipio de Tejupilco, México	69
4.2	Formaciones rocosas del Río Chilero. Municipio de Tejupilco, México	70
4.3	Vegetación del Río Chilero. Municipio de Tejupilco, México	71
4.4	Elementos culturales en el barranco del Río Tilostóc. Municipio de Santo Tomás, México	72
4.5	Especies vegetales cultivadas en el barranco del Río Tilostóc. Municipio de Santo Tomás México	73
4.6	Perturbaciones ambientales al barranco Río Tilostóc, debido a la acción del hombre. Municipio de Santo Tomás, México	74
4.7	Elementos naturales del barranco Río Tilostóc. Municipio de Santo Tomás, México	74

4.8	Siembra de maíz en los márgenes del barranco de Agua Zarca. Municipio de Otzoloapan, México	75
4.9	Aprovechamiento del agua en el barranco de Agua Zarca. Municipio de Otzoloapan, México	76
4.10	Vegetación de selva baja caducifolia en el barranco del Río Temascaltepec. Porción entre los municipio de Luvianos y Zacazonapan, México	77
4.11	Vegetación en presente en el barranco Pantoja. Municipio de Tejupilco, México	78
4.12	Elementos naturales del barranco Pantoja. Tejupilco, México	79
4.13	Cauce del Río Bado. Tejupilco, México	80
4.14	Elementos naturales en el barranco del Río Calderón. Municipio de Villa Guerrero, México	81

RESUMEN

En el siglo pasado, los sistemas de barrancos eran considerados como lugares sin ninguna función e importancia, por lo que, algunos de éstos han sido impactados por la influencia directa e indirecta de las actividades humanas. En la actualidad, los estudios multidisciplinarios de estos ambientes han tomado relevancia como una estrategia de conservación y protección. Ciencias como la Geografía, Ecología, Geología, Sociología y la Antropología Social, han enfocado algunas de sus investigaciones a estos espacios, sobre todo por sus paisajes, biodiversidad, recursos naturales y majestuosidad de sus profundidades.

Mediante trabajo de campo, técnicas de teledetección y aplicación de herramientas de sistemas de información geográfica fueron identificados y representados de forma cartográfica los sistemas de barrancos que forman una parte de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, en la porción correspondiente al territorio del Estado de México, esto con el propósito de analizar los procesos ambientales y sociales que interactúan en los sistemas, así como establecer propuestas de conservación y aprovechamiento sustentable. La investigación se sustentó en los principios de la geografía, la geografía ambiental, la geografía del paisaje, la teoría general de sistema y fundamentos teóricos asociados con el concepto de barrancos.

Los resultados obtenidos demuestran que en los sistemas de barrancos hay varios ambientes (ecosistemas) que socio-culturalmente representan una reserva de recursos naturales, utilizados por la sociedad con fines agrícolas, alimentarios, medicinales, ornamentales, ceremoniales, forrajeros, para construcción y como combustible. Además desempeñan funciones ecológicas, ambientales, climáticas y paisajísticas.

Palabras clave: Sistema, paisaje, ambiente, conservación, ecosistema

ABSTRACT

Over the last century, cliff systems were considered to be places without any function or importance. Thus, some of these have been greatly impacted by the direct and indirect influence of human activities. Currently, multidisciplinary studies related to these systems have taken relevance as a strategy of conservation and protection. Sciences, such as Geography, Ecology, Geology, Sociology and Social Anthropology, have focused some of their investigations in these places, mainly because of their landscapes, biodiversity, natural resources, the majesty of their depths, and the existence of sociocultural pre-Hispanic traces.

Through fieldwork, remote-sensing techniques, and the application of tools related to geographic information systems, the cliff systems that form part of the Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, in the portion corresponding to Estado de México's territory, were identified and cartographically represented. This was done with the purpose of analyzing the environmental and social processes that interact within the cliff systems, as well as establishing proposals regarding their conservation and sustainable use. The investigation was based on geographical principles, environmental geography, landscape geography, the general system theory, and theoretical fundamentals associated with the concept of cliffs.

The obtained results demonstrate that within the cliff systems there are various environments (ecosystems) that represent, in a sociocultural manner, a reserve of natural resources that is used by society for agricultural, feeding, medicinal, ornamental, and ceremonial purposes, as well as to forage, for construction, and as fuel. Moreover, the cliff systems carry out ecological, environmental, climatic, and landscape functions; thus, a proposal could be made to decree the systems as protected natural areas, action which would encourage the continuation of ecological processes as well as the preservation of important environments to human beings.

Key words: System, landscape, environment, conservation

INTRODUCCIÓN

CREO QUE NO NOS QUEDAMOS CIEGOS,
CREO QUE ESTAMOS CIEGOS, CIEGOS QUE VEN,
CIEGOS QUE, VIENDO, NO VEN.

JOSÉ SARAMAGO

INTRODUCCIÓN

Esta tesis es resultado de una investigación de campo realizada en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur en la porción correspondiente al territorio del Estado de México, enfocada en los sistemas de barrancos. La investigación se realizó en el año 2014 Y 2015, estudiándose los componentes físicos, biológicos, ecológicos y ambientales de estos sistemas, así como las relaciones entre ambiente, sociedad y cultura.

La sociedad ha provocado transformaciones en la naturaleza en su búsqueda de subsistencia y seguridad, definida en función de las condiciones culturales, por las formas de organización social, el uso de los recursos naturales disponibles en las comunidades, las condiciones económicas y políticas, donde los procesos productivos ocupan un lugar central, los cuales definen las características de aprovechamiento y uso de los recursos naturales (González A. , 1997).

Desde que surge el proceso evolutivo de las especies biológicas hasta el momento, la sociedad humana se ha constituido en un proceso de interrelaciones con su ambiente, sin embargo, a partir del momento en que produce excedentes económicos y se constituye en una sociedad de clases, se distingue del resto de las comunidades bióticas, por el hecho de que su articulación con el ambiente no está regida por las leyes biológicas que norman los procesos evolutivos. Lo que caracteriza esta diferencia de lo humano es la aparición de estructuras económicas de la materia que rigen los procesos sociales, esto es la emergencia de una materialidad simbólica e histórica que determina en última instancia la articulación de la sociedad humana con su medio ambiente (Leff, 1986).

Son pocas las investigaciones realizadas en los ambientes de barrancos pues algunos científicos han considerado a éstos como espacios geográficos hostiles y sin alguna utilidad para las sociedades, y sólo vistos como reservorios de residuos de todo tipo.

La presente investigación se fundamentó en la diversidad de funciones y recursos que tiene un sistema de barrancos y está vinculada al análisis integral del paisaje, en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur.

Mediante la Teoría General de Sistema (TGS) (Von Bertalanffy, 1987), Geografía Ambiental (Bocco, Urquillo, & Vieyra, 2011), Geografía del Paisaje (Mateo, 2002), herramientas de teledetección, sistemas de información geográfica y trabajo de campo¹, se estudió la relación entre los asentamientos humanos cercanos a los barrancos y los componentes de su ambiente inorgánico, el aporte de estos ecosistemas en cuanto a recursos para la sociedad, la relación entre los habitantes de los espacios adyacentes con las plantas y los animales silvestres, el aprovechamiento de éstos para su alimentación y el tratamiento de enfermedades, y demostrar que los barrancos son fuente potencial de recursos para futuras generaciones por lo que es urgente implementar estrategias que permitan su protección, pues también proporcionan servicios ambientales² y eventualmente pueden ser propuestas para decretarse como áreas naturales protegidas.

La investigación inició con la definición de barrancos y de sistema de barrancos, conceptos utilizados en diversos países para hacer referencia a hondonadas, precipicios, fracturas, desfiladeros o cañadas. Es poca la información encontrada sobre lo que representan los sistemas de barrancos para las sociedades que viven cerca de éstos y los estudios se relacionan con temas de turismo, deportes, riesgos geomorfológicos, arqueología, geología y como reservorios de residuos urbanos, agrícolas e industriales.

El Estado de México está conformado por dos provincias fisiográficas, el Sistema Volcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur. La segunda, cubre la porción sur occidental de la superficie estatal, ambas caracterizadas por una litología compleja y diversa (UAEM, 2002), factor geográfico que en asociación con otros elementos ha dado origen a varios sistemas de barrancos dentro del territorio. Sin embargo, no se cuenta con información precisa sobre la ubicación geográfica, la situación ecológica y ambiental en que se encuentran, el uso y percepción que tiene la sociedad sobre ellos, lo que ha impedido que se implementen medidas tanto de conservación como de aprovechamiento sustentable y

¹ El trabajo de campo consistió en recorridos por los barrancos de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur.

² La promoción de los servicios ambientales en el sistema de barrancos, sería de gran interés, ya que en él se encuentra una amplia diversidad de especies vegetales y una intrincada red de elementos fluviales que mantienen la funcionalidad del sistema.

ha generado que se les asigne un uso únicamente como reservorios de desechos sólidos y líquidos, para extracción de leña y pastoreo sin control de animales domésticos (cabras).

Con base en lo anterior, la investigación se enfocó a analizar por medio del método geográfico los sistemas de barrancos ubicados en la porción del Estado de México que forma parte de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur (SSP, 1981). Para el estudio de estos ambientes, fue analizado el estado ambiental y hemerobia en que se encuentran y las causas de esta situación. También, se identificaron las especies vegetales y algunos animales propios de estos ambientes. Por medio de imágenes de satélite, aplicación de herramientas de sistemas de información geográfica y técnicas de trabajo de campo fue posible la ubicación, georreferenciación y representación cartográfica de los barrancos. Al final se establecieron propuestas de conservación, con los elementos y fundamentos de la geografía ambiental.

El objetivo general de la investigación fue analizar los procesos ambientales y sociales que interactúan en los sistemas de barrancos del Sur del Estado de México, con el propósito de realizar propuestas de conservación y aprovechamiento sustentable de los componentes que los conforman. Para el cumplimiento de este objetivo fue importante el desarrollo de tres objetivos específicos:

- 1°. Identificar los sistemas de barrancos del sur del Estado de México, por medio de imágenes de satélite y Sistemas de Información Geográfica, con el fin de analizar su distribución espacial.
- 2°. Identificar el estado ambiental y de hemerobia en que se encuentran los sistemas de barrancos, a través de la caracterización de los componentes físicos con el propósito de establecer elementos que faciliten su análisis.
- 3°. Elaborar propuestas para el manejo adecuado de los recursos que se encuentran dentro de los sistemas, de acuerdo a las características y potencialidades definidas y analizadas, dirigidas a la recuperación y manejo sustentable de las mismas.

En el Estado de México, algunos barrancos se encuentran catalogados como Áreas Naturales Protegidas, por ejemplo, la Barranca Arroyo Santa Cruz, Barranca Arroyo Plan de la Zanja y Barranca el Huizachal (Juan, 2014) ubicadas en el municipio de Naucalpan. Esta situación muestra el interés de la población y de las dependencias gubernamentales acerca de la relevancia de los ambientes de barrancos.

Algunas investigaciones y estudios relacionados con los ambientes de barrancos son los siguientes:

En México, Heine, 1971, García, Torres, & Jaramillo, 2014, han elaborado propuestas específicas en ambientes de barrancos en los estados de Puebla, Tlaxcala, Morelos y el Distrito Federal, éstos desde un enfoque especializado, sin interrelacionar los factores que interactúan en los ecosistemas.

Martínez en el año 2000 elaboró la cartografía de la actividad erosiva de barrancos a partir de imágenes de satélite en Barcelona, España. Parte de la problemática a la que se enfrentó el autor es la falta de precisión para identificar la erosión en sistemas de pendientes de 90°, con imágenes generadas con satélite pasivo, ya que el uso de suelo y por lo tanto la erosión no son identificables con este tipo de imágenes.

Juan, 2006 realizó la investigación titulada “Multifuncionalidad de los sistemas de barrancos en México. Análisis geográfico, ecológico y cultural”. El autor señala que los Sistemas de Barranco del Río Calderón, Estado de México, son multifuncionales y que sus componentes coadyuvan a la economía y subsistencia de las familias campesinas que viven en las comunidades adyacentes. En 2009, el mismo autor reúne a un grupo de investigadores para profundizar en la aplicación de técnicas de trabajo de campo para estos sistemas, y asociar la potencialidad de los recursos naturales existentes con las actividades económicas (agricultura tradicional y agricultura comercial) y diseñar un programa de turismo alternativo.

El mismo autor en el año 2013 realizó la investigación “Manejo de recursos naturales y procesos agrícolas para el turismo rural campesino en un Ejido de transición ecológica de México” cuyo propósito fue identificar y conocer los recursos naturales utilizados en los procesos agrícolas y con base a los resultados diseñar un proyecto productivo de turismo rural campesino para mejorar las condiciones económicas de las familias campesinas. Con los resultados obtenidos se concluyó que, los habitantes de esta comunidad poseen un conocimiento ambiental significativo, pues a partir de éste, las familias campesinas han implementado algunas estrategias que les permiten manejar de manera adecuada los recursos naturales y subsistir con éxito en ambientes impactados por los efectos de la globalización.

En el año 2014, un grupo de investigadores de la Universidad Autónoma del Estado de México realizaron la investigación “Multifuncionalidad y manejo de un Área Natural Protegida en el Valle de México, Barranca El Huizachal, Barranca Plan de la Zanja y Barranca arroyo Santa Cruz”. Con los resultados obtenidos se concluyó que, estos tres barrancos ubicados en el contexto geográfico de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, desempeñan funciones en el mejoramiento de las condiciones ambientales y por consiguiente en el bienestar de los habitantes de esta metrópoli, situación por la cual fueron protegidas desde la década de los 90’s.

Como justificación de la investigación, es importante referir que dentro de los sistemas de barrancos se encuentran diversos ecosistemas, los cuales favorecen la continuidad de los procesos ecológicos y fomentan el equilibrio natural en la región. Las especies vegetales presentes en los bosques de galerías y la vegetación riparia que tienen como función la captura de carbono y la generación del suelo, también son utilizadas como plantas de ornato, para la alimentación y el tratamiento de enfermedades de la población.

En los ambientes de barrancos también hay animales que encuentran un lugar (hábitat) donde resguardarse del impacto de las actividades humanas y que sirven además para complementar la alimentación de las familias del medio rural. El agua existente en las profundidades y paredes de los barrancos coadyuva a la generación de microclimas. En los

componentes de los barrancos radica la importancia del manejo y la conservación de los ambientes existentes en los sistemas.

Al no disponer de una adecuada georreferenciación y un diagnóstico actual y real de los ambientes de barrancos existentes en el Sur del Estado de México no es fácil controlar los procesos que los afectan, ni tampoco hacer propuestas para fomentar su protección.

Los resultados obtenidos permiten concluir que los componentes de los ecosistemas que conforman los sistemas de barrancos en la porción del Estado de México ubicada en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, son importantes para las familias que viven en las comunidades adyacentes, ya que éstos les proporcionan bienes y servicios que les permite subsistir en el contexto de un mundo globalizado. En estos ecosistemas existe amplia diversidad de especies vegetales que pueden ser utilizadas para varios propósitos. Además, desempeñan múltiples funciones, ambientales y ecológicas, por lo que, deben emprenderse acciones de restauración ambiental, manejo y protección, y así, gestionar su decreto como áreas naturales protegidas, en especial de las que poseen elementos representativos de la Provincia.

Esta tesis consta de cuatro capítulos. En cada uno de éstos se incluyen elementos que permiten tener un panorama general de la situación actual e importancia de los sistemas de barrancos. En el capítulo uno se presenta la metodología utilizada en el proceso de la investigación, haciendo referencia al uso de herramientas de sistemas de información geográfica, la teledetección y la aplicación de técnicas de trabajo de campo. El sustento teórico de la investigación está contenido en el capítulo dos, en éste se mencionan fundamentos de geografía, geografía ambiental, geografía del paisaje y teoría general de sistema, complementándose con conceptos de barrancos. La caracterización de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur se encuentra en el capítulo tres, en éste se hace una descripción de los principales componentes y su interacción con los sistemas de barrancos. Los resultados de la investigación se exponen en el capítulo cuatro. Al finalizar, se presenta la discusión y las conclusiones.

CAPÍTULO I METODOLOGÍA

NO CREO QUE SEAMOS PARIENTES MUY CERCANOS,
PERO SI USTED ES CAPAZ DE TEMBLAR DE INDIGNACIÓN
CADA VEZ QUE SE COMETE UNA INJUSTICIA EN EL MUNDO,
SOMOS COMPAÑEROS QUE ES MÁS IMPORTANTE

ERNESTO "CHE" GUEVARA

CAPÍTULO I METODOLOGÍA

Debido a la complejidad de los sistemas de barrancos, pueden ser estudiados desde diversas perspectivas, sin embargo, como lo establece Juan (2009) y Juan *et al* (2014) las investigaciones asociadas con estos sistemas deben sustentarse con fundamentos teóricos de diversas disciplinas (sociales, naturales y geotecnológicas), y por consiguiente en la aplicación de diversos métodos y técnicas, tanto de campo como de gabinete. El desarrollo de la investigación se realizó en dos dimensiones: a) trabajo de campo y b) trabajo de gabinete, complementándose de manera transversal con la aplicación de herramientas de sistemas de información geográfica, cartografía automatizada y teledetección.

Enseguida se expone de manera específica las técnicas y métodos utilizados en el desarrollo de la investigación. Es importante hacer mención que las actividades realizadas no son independientes ni aisladas, sino complementarias entre sí. Además, en la integración de cada uno de los capítulos se incluyeron datos, comentarios y análisis de los resultados obtenidos.

1.1.Trabajo de campo

Con la aplicación de técnicas de trabajo de campo (observación, observación participante, recorridos y registro) se realizaron las siguientes actividades:

- a) Recorridos y observaciones en ocho barrancos, esto con la finalidad de conocer la situación ambiental y ecológica actual.
- b) Con el uso de GPS se registraron las coordenadas del punto geográfico de observación.
- c) Muestreo de las especies vegetales predominantes (sobre todo las especies arbóreas). Éstas fueron colocadas en prensas para después ser identificadas³
- d) Observación de los componentes principales y más significativos de los barrancos (presencia de agua, rocas, vegetales, animales silvestres, animales domésticos, presencia humana, pendientes y factores de impacto ambiental).

³ Para la clasificación taxonómica de las especies vegetales fue importante la participación de biólogos, agrónomos y ecólogos (principalmente de las Facultades de Ciencias Agrícolas y Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de México

- e) Documentación fotográfica de los ambientes y componentes relevantes de los barrancos.
- f) Identificación de los niveles de deforestación, contaminación por residuos sólidos y distribución espacial de asentamientos humanos, como variables para estimar el grado de hemerobia de los puntos de observación.
- g) Entrevistas a habitantes de comunidades adyacentes a los barrancos. Las entrevistas tuvieron como propósito conocer la percepción acerca de la importancia de los barrancos, la diversidad biológica, el uso de recursos naturales para la subsistencia familiar y la frecuencia de visita a estos ambientes.
- h) Conversación entre el equipo de trabajo acerca de la situación en la que se encuentran los barrancos, para analizar a partir de diferentes disciplinas la dinámica y elementos dentro del sistema.
- i) Comparación de información contenida en las fuentes de información documental con las observaciones obtenidas directamente en campo.

1.2.Trabajo de Gabinete

Las actividades de gabinete están asociadas con la organización de información para el desarrollo de trabajo de campo, aplicación de técnicas de teledetección y herramientas de sistemas de información geográfica e integración de la información del reporte final. Las acciones relevantes fueron las siguientes:

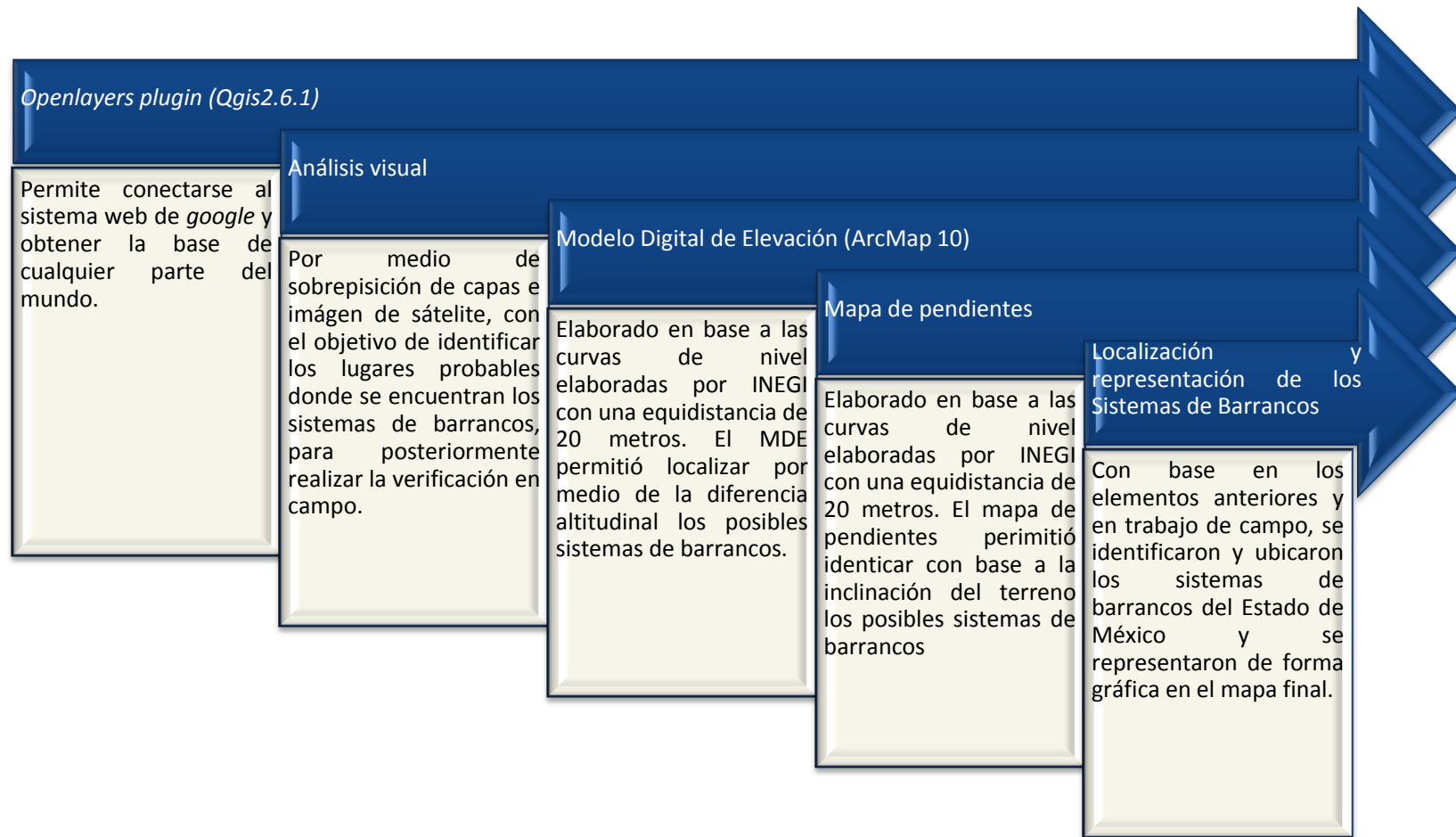
- a) Determinación y delimitación del espacio geográfico de estudio.
- b) Determinación de las variables de estudio, aplicación de métodos y técnicas para el desarrollo de la investigación.
- c) Determinación de los barrancos donde se realizaron las observaciones directas.
- d) Diseño de trayectos y calendario de actividades.
- e) Diseño e integración de la cédula de entrevista para las familias que viven en ambientes adyacentes.
- f) Recopilación de información para integración del marco teórico y de sistemas de barrancos a nivel regional, estatal y nacional. La información fue obtenida en libros, artículos científicos y notas científicas.

- g) Selección y análisis de la información recopilada.
- h) Clasificación taxonómica de las especies vegetales recopiladas en campo.
- i) Análisis de observaciones y resultados con los integrantes del equipo de trabajo.
- j) Comparación y validación de la información obtenida en campo con la información contenida en las imágenes de satélite y atlas geográficos.
- k) Representación cartográfica de los sistemas de barrancos.
- l) Integración de los capítulos de la tesis.

1.2.1. Aplicación de técnicas de teledetección y sistemas de información geográfica

La aplicación de técnicas de teledetección y de herramientas de sistemas de información geográfica son elementos esenciales para el análisis espacial. En la presente investigación, estas técnicas fueron utilizadas para la identificación, ubicación, caracterización, representación y análisis del comportamiento espacial de los sistemas de barrancos y de la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur en la porción correspondiente al Estado de México. En la figura 1.1 se presenta de manera general los procedimientos utilizados durante el desarrollo de la investigación.

Figura 1.1 Procedimientos para el análisis de los sistemas de barrancos del sur del Estado de México



1.3 Aplicación de métodos

El método geográfico (Hagget, 1975) fue utilizado para realizar la caracterización geográfica y ambiental del área de estudio (Porción del Estado de México ubicada en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur) además permitió ubicar al sistema de barrancos en el contexto regional y estatal, relacionarlos con los elementos hidrológicos, geográficos, topográficos y ambientales con el fin de delimitar el sistema. Así mismo, posibilitó el estudio de las condiciones fisiográficas del sistema, ubicación, coordenadas, características climáticas, composición geológica, estructura geomorfológica, componentes hidrológicos, componentes biológicos y acceso al sistema.

Con el método etnográfico (González & Hernández, 2003) se estudiaron las condiciones de las comunidades adyacentes a los sistemas de barrancos. El aspecto más relevante de este método fue asociar las relaciones entre la población humana y los componentes existentes en los barrancos (manejo de los recursos naturales en su vida cotidiana).

El método comparativo (Pérez,2007), permitió establecer parámetros entre la información recopilada en trabajo de gabinete con las observaciones realizadas de manera directa en trabajo de campo. También comparar las condiciones geográficas, ambientales y ecológicas entre los ocho barrancos visitados.

Con el método ecológico (Schimid & Young,1981) se estudiaron los principales ecosistemas presentes en los ambientes de barrancos y áreas adyacentes. De manera holística y desde el punto de vista sistémico se estudiaron los barrancos como ecosistemas.

Con el método cartográfico (Gómez,2002) se realizó la representación gráfica de los barrancos existentes en el área de estudio, haciendo énfasis en los barrancos visitados y observados en campo.

Los métodos y técnicas utilizados en esta investigación fueron importantes, ya que permitieron analizar de manera integral los elementos bióticos y abióticos que se localizan en los sistemas de barrancos.

CAPÍTULO II

CONSIDERACIONES

TEÓRICAS

ESTAMOS EN PLENA CULTURA DEL ENVASE.
EL MATRIMONIO IMPORTA MÁS QUE EL AMOR,
EL FUNERAL MÁS QUE EL MUERTO,
LA ROPA MÁS QUE EL CUERPO, Y LA MISA MÁS QUE DIOS.
LA CULTURA DEL ENVASE DESPRECIA LOS CONTENIDOS

EDUARDO GALEANO

CAPÍTULO II CONSIDERACIONES TEÓRICAS

La presente investigación se sustenta en los principios del Método Geográfico, Geografía Ambiental, Geografía del Paisaje y la Teoría General de Sistema, complementándose con el concepto de barranco. Los principios de la geografía utilizados en esta investigación son: localización, causalidad, correlación y evolución, tomándose en cuenta las tres grandes tendencias y propósitos del Análisis Geográfico señalado por Haggett (1975):

- a) *Análisis espacial*. Esta tendencia estudia la variación local de un hecho o una serie de hechos significativos, es decir, qué factores controlan los modelos de distribución (del hecho) y cómo esos modelos pueden ser modificados para hacer que la distribución sea más eficiente o más equitativa.
- b) *Análisis ecológico*. Pone en relación variables humanas y medioambientales e interpreta las relaciones que existen entre ellas. Pone énfasis tanto en la variación espacial entre áreas como en las conexiones dentro de un área geográfica singular y delimitada.
- c) *Análisis de complejos regionales*. Se combinan los resultados de los análisis anteriores, las unidades regionales se identifican por la diferenciación territorial y, además, por los flujos y ligazones que se establecen entre pares de regiones.

Dado que el hombre se desenvuelve en un medio que tiene componentes naturales (marco físico) y sociales (medio social), algunos geógrafos proponen considerar ambos marcos en un único concepto al que denominan medio geográfico. Si se admite que la geografía consiste en las relaciones entre el hombre y el medio geográfico, se entiende entonces que es una ecología humana con dos ramas que, en cierto momento del análisis se solapan; una que se refiere al medio natural y otra, al medio social (Higueras, 2003).

Una investigación con carácter geográfico, no puede prescindir de ninguno de los dos elementos, ya que como lo establecía Humboldt, (citado por Higueras, 2003) “*Las ciencias individuales de la naturaleza estudian las formas, estructura y procesos de animales, plantas y objetos sólidos o fósiles y tratan de ordenarlos en clases y familias de acuerdo*

con analogías internas. La geografía, en cambio, mira todos los objetos como un todo natural con conexiones espaciales”.

La presente investigación partió de la premisa de considerar a los barrancos como un sistema, por lo cual, encuentra sustento en la Teoría General de Sistema para abordar los elementos presentes de forma integradora.

El concepto de sistema está presente en todos los campos de la ciencia; si el tema es astronomía se piensa en el sistema solar, (su estructura, organización, funcionamiento y relaciones con otros sistemas, y desde luego con las formas de vida en la tierra), si se trata de fisiología, se piensa en el sistema circulatorio del organismo humano u otro ser vivo , si es sociología se habla de un sistema socio-económico, en el caso de la antropología social se trata de un sistema de organización social de las familias así, para la Geografía, objeto de este estudio, se hace referencia a los ecosistemas, paisajes, a una cuenca, un sistema agrícola, o bien a un sistema de barrancos.

La palabra sistema habla de un conjunto de elementos interactuantes, un grupo de unidades interrelacionadas que forman un todo organizado y cuyo resultado es más que la suma de esas partes, como lo mencionó Smuts en 1926; por ejemplo, el cuerpo humano, que es un sistema formado por un determinado número de órganos y miembros (los cuales se pueden describir como subsistemas) puede operar de manera eficaz, sólo cuando éstos funcionen de manera adecuada. En ese sentido el organismo humano como sistema, tiene otros sistemas interrelacionados cuya estructura, organización y funcionamiento hacen posible la continuidad vital del cuerpo, o sea hay otros sistemas que forman parte de los componentes de un sistema mayor.

Van Gigch, 1981 define al sistema desde un punto de vista conceptual como, una reunión o un conjunto de elementos relacionados; entendiéndose a éstos últimos como los componentes animados o no de los sistemas, en los cuales existen procesos de conversión que son capaces de generar cambios en el estado y arreglo de los componentes; y como resultado de esto, existe una salida o liberación de energía y materia.

El término sistema es empleado en un sentido de sistema total (suprasistema), los componentes necesarios para la operación de este tipo de sistema son los subsistemas y estos a su vez se componen de otros subsistemas más detallados, es así que, tanto el número de subsistemas y su jerarquía dentro del sistema total van a depender de la complejidad intrínseca de este último.

El sistema, de acuerdo a Mateo (1984) se define como un conjunto de elementos que integran un espacio determinado y que se encuentran relacionados entre sí en diferentes niveles de integración; donde se reconoce el comportamiento de los flujos generados dentro de un subsistema, la direccionalidad, influencia y jerarquía dentro de éste, el cual a su vez se encuentra relacionado con otros subsistemas.

King, 1990 establece que el modo de funcionamiento de un sistema permite catalogarlos en tres tipos: aislados, cerrados y abiertos; reconociéndose que para la naturaleza sólo existen los de carácter abierto reconociéndose en ellos el concepto de autorregulación, que se interpreta como, la presencia de algún acontecimiento extraordinario que sea capaz de rebasar el umbral de la estabilización y con ello, generar nuevas condiciones de ajuste conocidas como *feedback* o interacción.

De Bolós, 1992 por su parte, considera al sistema como un modelo simplificado del fenómeno que es objeto de estudio y consiste en un conjunto de elementos en interacción, se trata de simuladores para explicar el funcionamiento de fenómenos que ocurren en el ambiente. En este caso los modelos están conformados por componentes, donde cada uno representa una estructura y función. Todos los elementos que ocupan cierto espacio se mantienen en estrecha relación e intercambian energía, materia e información lo que lugar al sistema, por lo que se puede definir a éste como un grupo de elementos que actúan de manera interrelacionada y que forman un todo persiguiendo un fin común y se pueden encontrar influenciados por fuerzas externas a la vez que están relacionados de manera intrínseca con el tiempo.

En la actualidad, existen diversos tipos y clasificaciones de sistemas, situación asociada con el propósito de su uso. Al respecto, De Bolós (1992) basada en (King, 1990), menciona que existen tres tipos de sistemas:

1°. Abiertos. Donde hay un constante flujo de materia, y energía entre sistemas y ese intercambio hace que se mantenga un equilibrio dentro del mismo entorno. Por su parte King, citado en el trabajo de Espinosa (2000) menciona que en los sistemas abiertos existe un modo de autorregulación donde se contempla la presencia de algún acontecimiento extraordinario capaz de rebasar el umbral de estabilización y crear nuevas condiciones de ajuste conocidas como *feedback*.

2°. Cerrados. Cuando no existe intercambio de materia con el exterior y su desarrollo se mantiene del flujo de energía en su interior.

3°. Aislados. No afectan o se ven involucrados más allá de sus fronteras con otros sistemas, debido a la falta de flujo de materia y energía (no intercambia materia ni energía con su entorno).

En la década de los cuarenta (1940-1950) hubo un incremento en el desarrollo tecnológico y filosófico sobre la Teoría General de Sistema debido a la importancia del estudio del paisaje y su problemática ambiental. Dicha teoría en su sentido estricto trata de las propiedades y leyes de los sistemas como lo afirma De Bolós, 1992. Entre los principales autores que desarrollaron esta teoría se pueden mencionar en primer lugar a Smuts quien en 1926 desarrolló la Teoría del Holismo en la que afirma que “el todo es más que la suma de sus componentes”. Derivado de ésta teoría surge la Teoría General de Sistema donde se enuncia que el mundo y sus componentes se encuentran integrados en un todo; se le atribuye el surgimiento de dicha teoría al Biólogo Alemán Ludwing Von Bertalanffy quien, en sus trabajos publicados en 1950 menciona que la Teoría General de Sistema no busca solucionar problemas pero sí producir formulaciones conceptuales que puedan crear condiciones de aplicación en la realidad empírica.

En un sentido amplio, la Teoría General de Sistema (TGS) se presenta como una forma sistemática y científica de aproximación y representación de la realidad, al mismo tiempo, como una orientación hacia una práctica estimulante para formas de trabajo interdisciplinarias, se caracteriza por su perspectiva holística e integradora, donde lo importante son las relaciones y los conjuntos que a partir de ellas emergen. Aunado a esto, la TGS ofrece un ambiente adecuado para la interrelación y comunicación fecunda entre especialistas y especialidades.

Bajo las consideraciones anteriores, la TGS es un ejemplo de perspectiva científica. En sus distinciones conceptuales no hay explicaciones o relaciones con contenidos preestablecidos, pero sí con arreglo a ellas es posible dirigir la observación, haciéndola operar en contextos reconocibles. La perspectiva de la TGS surge en respuesta al agotamiento e inaplicabilidad de los enfoques analítico-reduccionistas y sus principios mecánico-causales. Se desprende que el principio clave en que se basa la TGS es la noción de totalidad orgánica (Castaño, 2007).

Los objetivos de la Teoría General de Sistema son los siguientes:

- a. Impulsar el desarrollo de una terminología general que permita describir las características, funciones y comportamientos sistémicos.
- b. Desarrollar un conjunto de leyes aplicables a todos estos comportamientos y, por último,
- c. Promover una formalización (matemática) de estas leyes.

De Bolós (1992), describe cinco principios básicos de los sistemas, según la Teoría General de Sistema y que se pueden aplicar a todos en conjunto y a sus partes correspondientes (Subsistemas), así como a sus relaciones o fuerzas. Estos principios son:

- a) **Carácter Multivariable.** El número de variables de un sistema es por lo general elevado y aumenta en relación con el nivel de integración.
- b) **Carácter de Totalidad;** este carácter menciona que el sistema no es la suma de sus elementos pues no se puede dejar a un lado las interrelaciones, pues la totalidad se mantiene gracias a la acción recíproca de sus componentes.

c) El Sistema es una estructura por niveles; los niveles de organización conducen a sistemas de orden diferente, más o menos complejos. Cada uno de los elementos se encuentra organizado como otro sistema más simple y éste por otros y así de manera sucesiva. Aparece dentro del sistema el concepto de jerarquización en relación con el grado de complejidad de los elementos constituyentes.

d) Los Sistemas son dinámicos; Este dinamismo se mantiene gracias a las entradas y salidas de materia y energía e información que se registran en todo el sistema y desencadenan una serie de cambios y modificaciones en él.

e) Los Sistemas presentan relaciones directas e indirectas entre sus elementos. Las relaciones directas consisten en la influencia unilateral de un elemento sobre otro; éstas a su vez se dividen en relaciones directas positivas y relaciones directas negativas.

La Teoría General de Sistema es un conglomerado de ideas y principios que ayudan a comprender la organización del espacio geográfico, el cual, está compuesto por una variedad de sistemas los cuales a su vez se componen de subsistemas (estos tienen las mismas funciones y características de los sistemas), todo esto dentro de una organización jerárquica donde existe un incesante flujo de energía, materia e información. Esta Teoría se sustenta en la Segunda Ley de la Termodinámica que fue definida por Sadi Carnot en 1824 donde afirma que *“para producir trabajo a partir de la energía térmica es indispensable disponer de diferencia de temperatura, la cual puede ser generada por el trabajo de algún agente externo”*. En otras palabras, cualquier estímulo a cualquier componente del sistema, afectará a todos los demás debido a la relación causa-efecto que se mantiene entre ellos. El sistema reaccionará y al sufrir esos cambios, tendrá un ajuste sistemático continuo. A partir de estos cambios y ajustes dentro del sistema, se derivan dos fenómenos que son, Entropía y Homeostasis.

La Entropía se define como una tendencia que tienen los sistemas hacia el desorden. Todos los organismos tienen la característica esencial de ser capaces de crear y mantener un grado elevado de orden interior (Odum, 1985). El orden dentro de un sistema está dado por los intercambios de energía, materia e información. A medida que estos intercambios aumentan, disminuye la entropía y el sistema conserva un orden que lo mantiene en un

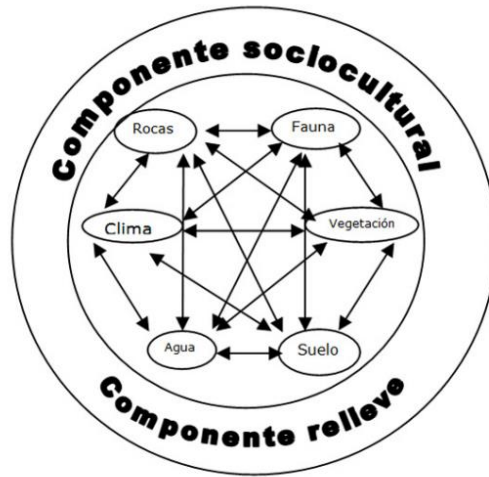
estado uniforme, pero cuando estos intercambios disminuyen la entropía aumenta y los sistemas se descomponen en estados más simples.

La Homeostasis se define como el equilibrio dinámico entre las partes que componen al sistema, ya que estos tienen una tendencia a adaptarse con el fin de alcanzar un equilibrio interno frente a los cambios internos del medio externo (Von Bertalanffy, 1987). El concepto de homeostasis está referido a los organismos vivos en tanto sistemas adaptables. Los procesos homeostáticos operan ante variaciones de las condiciones del ambiente, corresponden a las compensaciones internas al sistema que sustituyen, bloquean o complementan estos cambios con el objeto de mantener invariante la estructura sistémica.

Las relaciones indirectas o también llamadas inversas con acción de retorno son importantes en el funcionamiento de un sistema ya que constituyen los llamados “bucles de realimentación” y estas relaciones se pueden definir como aquellas acciones de un elemento sobre otro que implican que éste último influya sobre el primero. Al igual que las anteriores relaciones, éstas también las hay positivas y negativas.

La siguiente figura muestra las relaciones entre los componentes de un sistema, sin embargo, para el caso de los barrancos en el territorio mexicano es importante agregar a este modelo dos componentes más: a) el componente relieve y b) el componente sociocultural que permite entenderlo como un todo integrado, tal y como lo señala Bertrand (1968).

Figura 2.1 Diagrama adaptado para el estudio del sistema de barrancos



Fuente: García, R.; 2002 adaptado por Juan (2006).

2.1 Asociación entre la Teoría General de Sistema y la Geografía

En el ambiente hay sistemas abiertos y su estado va a estar definido por diferentes variables posibles de medir como temperatura, precipitación, biomasa, entre otros; suponiendo que los valores de estas variables no cambien, comparándolo con una observación hacia el sistema de la misma duración, entonces su estado podría estar en equilibrio pero no se puede dejar de lado la presencia de eventos extraordinarios que pueden incidir de forma directa en ese equilibrio, lo que generará cambios en el sistema ya sea de carácter reversible o irreversible.

Durante décadas la ciencia geográfica fue considerada como descriptiva; sin embargo, en la actualidad hay un interés mayor que una simple descripción del entorno geográfico y es conocer ese sistema que es el medio ambiente, donde los elementos bióticos y abióticos mantienen una estrecha interrelación. Algunos autores, como Mateo (1984) le denominan Envoltura Geográfica, y es considerada como un sistema material integral donde se llevan a cabo todas las interacciones de los elementos que la conforman. De Bolós (1992) hace mención al geosistema que corresponde a un determinado tipo de sistema, con definido número de variables en interacción. Ambos conceptos representan el nivel más alto de organización de la epigeósfera definida como una porción de la superficie terrestre (Berutchachvili & Bertrand, 1978).

Si bien el campo de aplicaciones de la TGS no reconoce limitaciones, al usarla en fenómenos humanos, sociales y culturales se advierte que sus raíces están en el área de los sistemas naturales (organismos) y en el de los sistemas artificiales (máquinas). Mientras más equivalencias se reconozcan entre organismos, máquinas, hombres y formas de organización social, mayores serán las posibilidades para aplicar de manera correcta el enfoque de la TGS, pero mientras más se experimenten los atributos que caracterizan lo humano, lo social y lo cultural y sus correspondientes sistemas, quedarán en evidencia sus inadecuaciones y deficiencias (sistemas triviales).

No obstante sus limitaciones, y si bien se reconoce que la TGS aporta en la actualidad sólo aspectos parciales para una moderna Teoría General de Sistemas Sociales (TGSS), resulta interesante examinarla con detalle. Se entiende que es en ella donde se fijan las distinciones conceptuales fundamentales que han facilitado el camino para la introducción de su perspectiva, sobre todo en los estudios ecológico-culturales, politológicos, organizaciones y empresas y otras especialidades antropológicas y sociológicas. Por esta razón, en los trabajos de investigación que abordan el estudio del ambiente y sus interrelaciones está dada por la aplicación de la Teoría General de Sistema, de manera particular los estudios geográficos, así como los que se derivan de esta disciplina ya que se fundamentan en una base sistémica y holística de la realidad (Espinosa, 2001). Una de las disciplinas que aborda investigaciones científicas y aplicadas mediante la Teoría General de Sistema es la Ecología.

Por si sola, la ecología analiza el sistema donde ocurren las relaciones entre elementos bióticos y abióticos con sus propios procesos de equilibrio y retroalimentación de esta manera se parte para definirla como un subsistema que forma parte del sistema que es el medio ambiente o envoltura geográfica o geosistema y es aquel donde se dan las relaciones Hombre-Naturaleza es más conveniente hablar de relaciones sociedad-naturaleza, puesto que el hombre se integra en grupos que forman sociedades mayores, y, aún para completar estas relaciones se pueden incluir a la cultura, ya que por medio de ésta es como se establecen las relaciones. El subsistema naturaleza recibe los impactos de las actividades de la sociedad, éstas pueden ser de múltiples formas y variada intensidad que pueden alterar el

equilibrio del medio natural y a su vez las consecuencias que de esto se deriven tendrán una repercusión en el subsistema social y pueden tener un efecto de retroalimentación a todo el sistema.

2.2 La geografía y el estudio de los sistemas de barrancos

Con base en la Teoría General de Sistema, en esta investigación, se entiende al sistema de barrancos como todo un complejo articulado de marea perfecta, cuyos elementos le dan cohesión y razón de ser a dicho sistema. De acuerdo con Bertrand (1968), el sistema de barrancos se entiende como una combinación dinámica e inestable de elementos geográficos diferenciados –físicos, biológicos y antrópicos – que actúan dialécticamente los unos sobre los otros, haciendo del paisaje un conjunto geográfico indisociable que evoluciona en bloque, tanto bajo el efecto de las interacciones entre los elementos que lo constituyen como bajo el efecto de la dinámica propia de cada uno de los elementos considerados.

Las relaciones internas y externas de los sistemas han tomado diversas denominaciones entre otras: efectos recíprocos, interrelaciones, organización, comunicaciones, flujos, prestaciones, asociaciones, intercambios, interdependencias, coherencias, entre otros. Las relaciones entre los elementos de un sistema y su ambiente son de vital importancia para la comprensión del comportamiento de sistemas vivos. Las relaciones pueden ser recíprocas (circularidad) o unidireccionales.

Las relaciones pueden ser observadas como una red estructurada bajo el esquema input/output, con base en este planteamiento se sustenta el estudio del sistema de barrancos, pues aunque no es un sistema vivo, de manera integrada contiene elementos bióticos que lo hacen susceptible de investigación como un todo. En el sistema hay relaciones entre las plantas y los animales silvestres, y estos componentes con el agua, suelo, clima, relieve y la estructura geológica.

Bajo el esquema anterior el sistema de barrancos está representado por diferentes elementos, todos integrados e interrelacionados. Cada uno se encuentra interrelacionado y

por ello generan una serie de conexiones donde las acciones que se realizan en uno de los componentes del sistema, puede repercutir en otro.

La Ley Ambiental del Distrito Federal (2000), define los barrancos como una depresión geográfica que por sus condiciones topográficas y geológicas se presentan como hendiduras y sirven de refugio de vida silvestre, de cauce de escurrimientos naturales, riachuelos y precipitaciones pluviales que constituyen zonas importantes del ciclo hidrológico. Al analizar esta definición utilizada en el marco de los planes de desarrollo y regulación de barrancos del Distrito Federal, es notoria la presencia de conceptos relacionados con el campo de la geografía, por ejemplo: depresión, topografía, geología, hendidura, cauce, escurrimiento y precipitación.

La definición anterior se complementa con lo expuesto en el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal (2001) que al respecto señala que, los barrancos son considerados como sistemas fundamentales que mantienen la hidrodinámica del territorio”, mismas que serán reguladas por la zonificación forestal de conservación, de acuerdo a los lineamientos establecidos por la Norma de Ordenación General No. 21, referida en los programas de desarrollo urbano. Así mismo, la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal (PAOT) (2004) en un estudio relacionado con la regulación de barrancos y acciones por obras o actividades ilícitas, establece que, los que se localizan en la Ciudad de México representan elementos físicos importantes tanto para la regulación del clima, como para la captación de aguas pluviales.

El diccionario geomorfológico (Lugo, 1989) define los barrancos como una forma lineal negativa del relieve, que se forma en rocas erosionables como loes, tobas y conglomerados, por el escurrimiento de temporada de aguas pluviales.

A pesar de la diversidad de conceptos relacionados con los barrancos, un elemento importante que existe en la bibliografía revisada se vincula con la presencia o transporte de agua que puede tener diferente origen. Sin embargo para referirse al concepto sistema de barrancos es importante considerar que se trata de una serie de factores interrelacionados

desde el punto de vista geológico, geomorfológico, hidrológico, climático y biológico, donde cada uno de sus componentes representa una estructura y función dentro del sistema. En México, la Ley Agraria, decretada por el Congreso de los Estados Unidos Mexicanos (2001), considera a los barrancos como espacios de uso común para los ejidatarios y cuando se trata de expedir certificados de derechos ejidales, los barrancos, representan límites naturales, espacios de uso común y fuente de recursos para los pobladores.

En México, los estudios sobre los barrancos comienzan a destacar dentro del campo de la geografía, la ecología, la geología, la arqueología y la antropología social sobre todo por los paisajes, la biodiversidad y los recursos naturales asociados, la profundidad, existencia de fósiles y la presencia de diversos grupos humanos, cuya subsistencia depende en su mayoría de los recursos naturales existentes en los ambientes de los barrancos. Investigadores sociales en el siglo pasado consideraban a los barrancos como ambientes inhóspitos y sin alguna función e importancia (algunos investigadores aún las consideran así), pero estudios recientes de (Servín, 2000), (Juan, 2006 y 2013) han demostrado que estos ambientes tienen diversidad de usos y funciones para las sociedades que viven cerca de ellos.

Como ejemplo de lo anterior se encuentran las Barrancas del Cobre, localizadas en la Sierra Tarahumara, Chihuahua. En el norte del país habita la comunidad indígena tarahumara, ancestral cultura que conserva sus tradiciones y costumbres cuyos grupos se encuentran dispersos por toda la sierra; cavernas, ríos, lagos, manantiales, formaciones rocosas, bosques y una variada flora y fauna es lo que caracteriza a este sistema de barrancos; pero se plantea el cuestionamiento -¿cuántas investigaciones relacionadas con barrancos o sistemas de barrancos se han realizado en el campo de la geografía, a partir de un enfoque diferente al geomorfológico o turístico?- La búsqueda de información muestra solo la instrumentación y desarrollo de programas relacionados con acciones de restauración, conservación, saneamiento y educación ambiental en espacios accesibles a las mismas

El gobierno de algunas entidades de México y asociaciones relacionadas con el cuidado del ambiente, ya han realizado trabajos de recuperación y conservación de los ambientes de los barrancos, toda vez que, cuando estos se encuentran cerca de asentamientos humanos son utilizadas como reservorios de residuos sólidos y líquidos que al final afectan el sistema y desde luego las condiciones de vida de los pobladores.

Los sistemas de barrancos como elemento de análisis sociocultural en la geografía, es una nueva dimensión para el desarrollo de investigaciones donde se relacionen diversas disciplinas del campo de las ciencias sociales y ciencias naturales, lo cual, permitirá realizar acciones de sensibilización y concientización para iniciar nuevos estudios que coadyuven al conocimiento de la diversidad de ambientes, recursos, servicios y estrategias de manejo de los elementos que los componen.

La información contenida en esta tesis pretende fomentar un acercamiento a la importancia de los sistemas de barrancos existentes en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur (porción del Estado de México), esto con el propósito de asociar los principios de la geografía con otras disciplinas del campo de las ciencias sociales y las ciencias naturales, y difundir la importancia geográfica, social, económica, ecológica, ambiental, paisajística y sociocultural que representan los barrancos.

2.3 El paisaje y el grado de hemerobia

La idea de paisaje, al menos en su sentido original, se identifica con la naturaleza, por lo cual resulta artificioso hablar de paisajes naturales. Sin embargo, la amplitud y la variedad de significados que en la actualidad tiene el término “paisaje”, aconseja mantener la distribución y distinción entre paisajes naturales y paisajes culturales según la denominación de Sauer y Schuluter (Higueras, 2003).

El paisaje natural, se concibe como una realidad cuyos elementos están dispuestos de manera tal que subsisten desde el todo, y el todo, subsiste desde los elementos, no como objetos mezclados de manera caótica, sino como conexiones armónicas de estructura y función. El paisaje, es así, un espacio físico y un sistema de recursos naturales en los cuales

se integran las sociedades en un binomio inseparable entre la sociedad y la naturaleza (Mateo, 2002), por tal motivo la presente investigación se auxilió de la Geografía del Paisaje, para el estudio de los sistemas de barrancos.

La Geografía de los Paisajes, se encuentra en consolidación como una disciplina transdisciplinaria en el contexto de los saberes y las ciencias ambientales, vistos como uno de los grandes megatemas del debate epistemológico del fin del segundo milenio. A través de la visión geocológica del paisaje, se van rompiendo las fronteras rígidas del estudio de los objetos fragmentados, pasando al análisis de la totalidad sistémica (Mateo, 2002).

El mismo autor establece que la concepción científica sobre la Geografía de los Paisajes, como base para la planificación ambiental del territorio, es considerada como un sistema de métodos, procedimientos y técnicas de investigación, cuyo propósito consiste en la obtención de un conocimiento sobre el medio natural. Con base a esto se puede llevar a cabo un diagnóstico operacional. Partir del paisaje para la planificación y la gestión ambiental, permite incorporar la visión holística dialéctica y sistémica, imprescindibles como instrumentos de política ambiental. Sobre la base de la formulación y evaluación del potencial de los recursos y condiciones naturales, del diagnóstico y del pronóstico geocológico y la percepción de la valoración de los paisajes por los grupos sociales es posible la formulación de estrategias y tácticas de optimización del uso y el manejo y la operacionalización más adecuada en tiempo y espacio de cada una de las unidades paisajísticas. Sobre esa base, la planificación ambiental del territorio, se convierte en un elemento, tanto básico como complementario, para la elaboración de los programas de desarrollo económico y social, y para la optimización de los planes de uso, gestión y manejo de cualquier unidad territorial.

La Ciencia del Paisaje, definida por la Unión Geográfica Internacional (I.G.U.,1983), como la disciplina científica que estudia el paisaje, ha recorrido las siguientes etapas (Rougerie & Berutchachvilli, 1991):

- 1- *Génesis* (1850-1920). En esta etapa surgen las primeras ideas físico-geográficas sobre la interacción de los fenómenos naturales y las primeras formulaciones del paisaje como noción científica.
- 2- *Desarrollo biogeomorfológico* (1920-1930). Bajo la influencia de otras disciplinas, en particular la Geología y la Biología, se desarrollan ideas sobre la interacción entre algunos componentes del paisaje, en particular el relieve y la vegetación
- 3- *Establecimiento de la concepción físico-geográfica* (1930-1955). Se desarrollan los conceptos sobre la diferenciación en pequeña escala de los paisajes: el análisis de la esfera geográfica como sistema planetario y la determinación de las leyes geoecológicas naturales.
- 4- *Análisis estructuro-morfológico* (1955-1970): La atención principal se le dio al estudio de las unidades locales y regionales, en particular la taxonomía, la clasificación y la cartografía de las unidades
- 5- *Análisis funcional* (1970-hasta la actualidad): se han introducido métodos sistémicos y cuantitativos en el análisis del paisaje, elaborándose los enfoques para el estudio del funcionamiento, la dinámica, la evolución y el análisis informacional.
- 6- *Integración geoecológica* (1985-hasta la actualidad). La atención principal se ha dirigido al estudio de la interacción de los aspectos estructuro-espacial y dinámico-funcionales de los paisajes, y la integración en una misma dirección científica (Geoecología o Ecogeografía) de las concepciones biológicas y geográficas sobre los paisajes.
- 7- *Dimensión socio-geoecológica* (1990-hasta la actualidad). Centrada en la articulación entre la triada de categorías de los paisajes (paisaje natural, paisaje social, paisaje cultural) y la forma en que los grupos sociales utilizan, transforman y perciben los paisajes naturales.

El rasgo más característico de la envoltura geográfica es la propiedad de poseer una estructura definida, el análisis consiste en explicar cómo se combinan los componentes del paisaje para dar lugar a formaciones integrales; y en la organización del sistema se refiere a aquellas interrelaciones combinacionales y distribución espacial de los componentes del medio (Mateo, 1991).

Al ser el paisaje el medio físico donde se efectúan las actividades humanas, es necesario establecer criterios que permitan identificar que tan significativo es el impacto hacia los recursos naturales. Para el desarrollo de la presente investigación se consideró el grado de hemerobia, el cual, de acuerdo a Stoll, 2007, se define como una medida para evaluar la influencia del hombre sobre los ecosistemas, y que considera efectos antropogénicos que inhiben el desarrollo del sistema hacia el estado final de su equilibrio dinámico. Cabe mencionar que está sujeto a ser afectado por procesos naturales y antrópicos, por lo que el estado de naturalidad debe ser establecido en una dimensión temporal (García G. , 2012).

El cálculo de la hemerobia puede basarse en los siguientes criterios:

- Disturbios del paisaje. Un disturbio es un evento discreto que desordena la estructura de un ecosistema, comunidad o población y cambia la disponibilidad de los recursos o el ambiente físico (Turner, Gardner, & O'Neill, 2001).
- Perturbaciones de la estructura vertical del paisaje. Para Dajous, 2002, el paisaje es una superficie heterogénea constituida por un conjunto de ecosistemas que se repiten y que están en interacción. La afectación que el hombre realiza en estos, genera la fragmentación de los ecosistemas, lo que resulta en ecosistemas cada vez más pequeños y aislados. Esta división del paisaje se origina por las perturbaciones ejercidas por el hombre que son eventos separados en el tiempo y consecuentemente modifican un ecosistema, una población o un paisaje y cambia su estructura.
- Grado de antropización: el indicador clave de este impacto es la urbanización que hace referencia a una medida de la cantidad de habitaciones humanas en el área de estudio (Martínez, 2004).

CAPÍTULO III CARACTERIZACIÓN FÍSICO-GEOGRÁFICA DEL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO

UN REVOLUCIONARIO SE PLANTEA FUNDAMENTALMENTE TRANSFORMAR LAS COSAS DESDE ARRIBA, NO DESDE ABAJO, AL REVÉS DEL REBELDE SOCIAL. EL REVOLUCIONARIO SE PLANTEA: 'VAMOS A HACER UN MOVIMIENTO, TOMO EL PODER Y DESDE ARRIBA TRANSFORMO LAS COSAS'. Y EL REBELDE SOCIAL, NO. EL REBELDE SOCIAL ORGANIZA A LAS MASAS Y DESDE ABAJO VA TRANSFORMANDO SIN TENER QUE PLANTEARSE LA CUESTIÓN DE LA TOMA DEL PODER.

SUBCOMANDANTE MARCOS

CAPÍTULO III CARACTERIZACIÓN FÍSICO-GEOGRÁFICA DEL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO

En ciencias de la tierra, una región se considera provincia o región fisiográfica cuando presenta un origen geológico unitario sobre la mayor parte de su área, así como una morfología y litología propias y distintivas. Estas unidades a su vez pueden ser divididas en una serie de subprovincias fisiográficas, que pueden presentar elementos discordantes conocidos como discontinuidades fisiográficas (Medina, Salazar, & Álvarez,2015).

3.1 Ubicación del sur del Estado de México en el contexto Fisiográfico

La gran diversidad de formas que presenta el relieve de México, hace que sea uno de los países del mundo con mayor diversidad topográfica y geológica. Así, la diversidad topográfica influye en las características climáticas, el tipo de suelo y la vida silvestre que la sustenta.

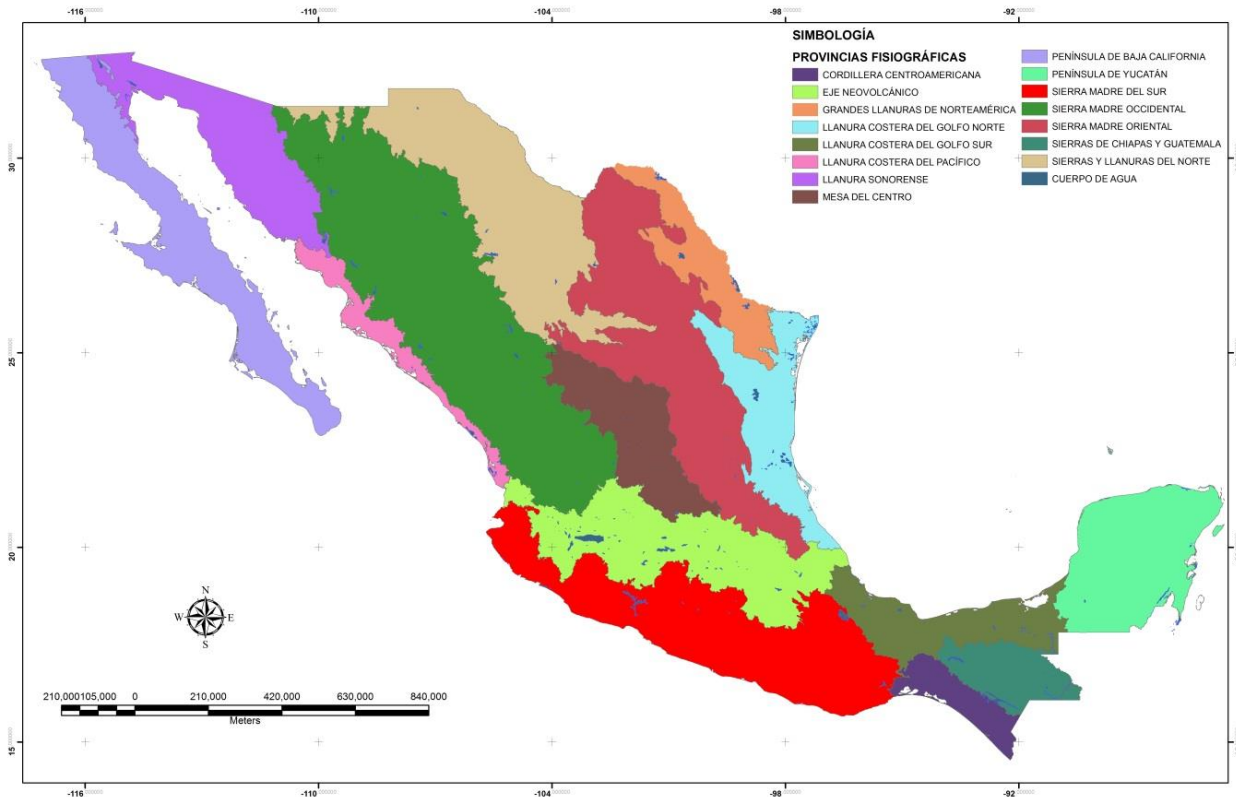
Con fines metodológicos, el territorio nacional puede subdividirse en regiones que tengan un mismo origen geológico, con paisajes y tipos de rocas semejantes en la mayor parte de su extensión y con geformas similares. Las zonas así diferenciadas se les reconoce como provincias fisiográficas (Semarnat,2014). En México se han reconocido 15 de estas provincias, que se presentan a continuación:

- Península de la Baja California
- Llanura Sonorense
- Sierra Madre Occidental
- Sierras y Llanuras del Norte
- Sierra Madre Oriental
- Grandes Llanuras de Norteamérica
- Llanura Costera del Pacífico
- Llanura Costera del Golfo Norte
- Mesa del Centro
- Sierra Volcánica Transversal
- Península de Yucatán
- Sierra Madre del Sur

- Llanura Costera del Golfo Sur
- Sierra de Chiapas y Oaxaca
- Cordillera Centroamericana.

En la figura 3.1 se presenta las Provincias Fisiográficas de México. En éste se representa con color rojo la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, en la cual está ubicada el área de estudio que corresponde con la porción sur del Estado de México.

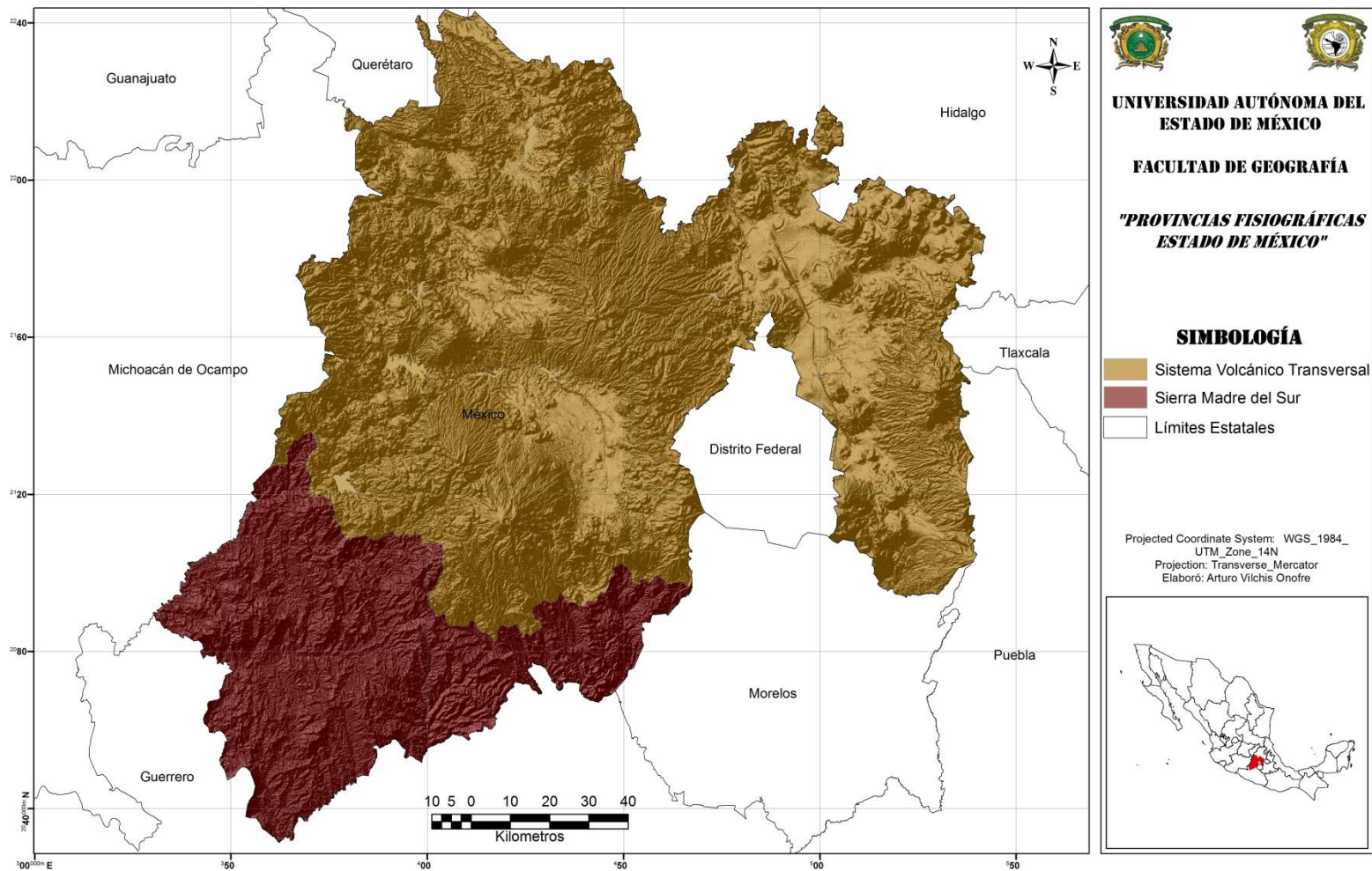
Figura 3.1 Provincias Fisiográficas de la República Mexicana



Fuente: Elaboración propia, con base en vectores libres de INEGI, 2010

El Estado de México se encuentra ubicado entre dos provincias fisiográficas: a) Provincia del Sistema Volcánico Transversal, que comprende la mayor parte de la superficie territorial de la Entidad y corresponde a la porción norte. b) Provincia de la Sierra Madre del Sur, ubicada en la porción sur del territorio (Mapa 3.1).

Mapa 3.1 Provincias fisiográficas presentes en el territorio del Estado de México.



Fuente: Elaboración propia, con base en vectores libres de INEGI, 2010

La Provincia de la Sierra Madre del Sur limita al norte con la Provincia del Sistema Volcánico; al este con la Llanura Costera del Golfo Sur, la de las Sierras de Chiapas y la de la Llanura Costera Centroamericana del Pacífico. Al sur tiene límites con el Océano Pacífico. Esta provincia comprende porciones de los Estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero (todo el estado), México, Morelos, Puebla, Oaxaca y Veracruz. La provincia es considerada como la más compleja y menos conocida del país, debe sus particulares rasgos a la relación que guarda con la Placa de Cocos, una de las placas móviles que integran la litosfera. A ella se debe la fuerte sismicidad que se manifiesta en esta provincia, en particular sobre las costas guerrerenses y oaxaqueñas, siendo la trinchera de Acapulco una de las zonas más activas.

La Sierra Madre del Sur comprende desde Colima hasta Oaxaca, y las zonas contiguas del noroccidente de Guerrero, Michoacán y Estado de México, constituyen una región con alta complejidad estructural que presenta varios dominios tectónicos yuxtapuestos (INEGI, 2000).

De acuerdo a INEGI (2000) el segmento más septentrional de la Sierra Madre del Sur, está formado por afloramientos de secuencias mesozoicas, tanto sedimentarias de plataforma como volcánico-sedimentarias de tipo arco insular volcánico-marginal. Las zonas correspondientes al noroccidente de Guerrero, occidente del Estado de México y sur de Michoacán, conforman una región con afloramientos volcánico-sedimentarios del Jurásico y Cretácico, parcialmente metamorfoseados, que se encuentran cubiertos por las rocas volcánicas y sedimentarias continentales del Cenozoico. Esta región limita al oriente a la altura de la línea Ixtapan de la Sal-Taxco-Iguala con la región de la Plataforma Cretácica de Morelos y Guerrero.

El segmento meridional de la Sierra Madre del Sur está formado por extensos afloramientos de rocas metamórficas que abarcan un rango geocronológico que varía del Paleozoico al Mesozoico y que se encuentran afectados por emplazamientos batolíticos del Mesozoico Superior y aun del Cenozoico. La región pacífica de la Sierra Madre del Sur, correspondiente a los estados de Colima, Michoacán y norte de Guerrero, presenta

afloramientos extensos de rocas volcánicas andesíticas interestratificadas, con capas rojas de limolita, conglomerado volcánico y capas de caliza subarrecifal, con una macrofauna de Albiano. Estos afloramientos forman parte de lo que Vidal (1980) ha llamado el Conjunto Petrotectónico de Zihuatanejo, Guerrero, Coalcomán, Michoacán. Existen, además, en esta porción septentrional de la sierra, afloramientos extensos de secuencias sedimentarias de calizas de plataforma con fauna de Albiano y secuencias rítmicas de terrígenos pelítico-arenosos. En áreas situadas alrededor de la ciudad de Colima las calizas de plataforma presentan intercalados fuertes espesores de evaporitas y subyacen en aparente contacto transicional a terrígenos continentales del Cretácico Superior.

En gran parte de la Sierra Madre del Sur, desde sus estribaciones septentrionales hasta las cercanías de Zihuatanejo, ha sido reportada por Campa y Ramírez (1979), la existencia de numerosas montañas formadas por productos andesíticos interestratificados con algunas capas de caliza y terrígenos diseminados en pequeñas áreas de la sierra. Este volcanismo mesozoico continúa bordeando hacia al norte de la costa del Pacífico hasta confundirse con áreas similares de la Cordillera Pacífica Norteamericana.

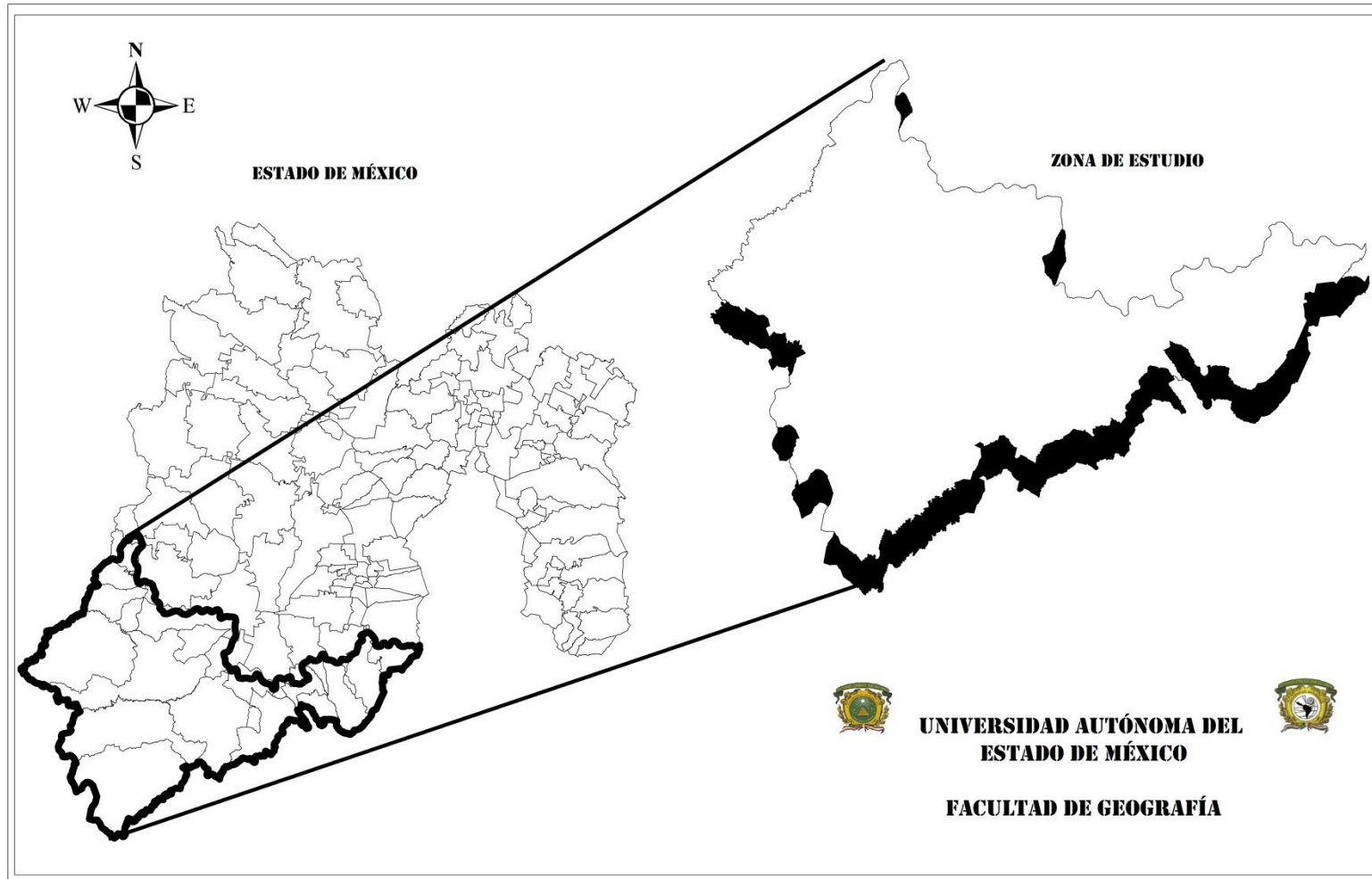
La mitad meridional de la Sierra Madre del Sur está formada por rocas metamórficas que constituyen el Complejo Xolapa (De Cserna 1965), el cual se encuentra intrusionado por cuerpos batolíticos de granito. De Cserna reportó el complejo Xolapa en la carretera Chilpancingo-Acapulco, como un conjunto de rocas metasedimentarias formadas por esquistos de biotita y gneis de biotita, con algunos horizontes de cuarcita, mármol, cipolino y presencia de pegmatitas; sin embargo, Guerrero y colaboradores (1978) consideran que en la mayor parte de esta región el complejo está formado por ortogneis-cuarzo-feldespático, de composición granodiorítica.

En la región de Tierra Caliente y áreas vecinas, del occidente del Estado de México y sureste de Michoacán, existen extensos afloramientos de secuencias volcánico-sedimentarias parcialmente metamorfizadas, que se yuxtaponen a los afloramientos, también extensos, de las secuencias marinas cretácicas de plataforma, de las áreas de Morelos y de Huetamo-Coyuca, en los límites de Guerrero y Michoacán.

Los climas subhúmedos cálidos y semicálidos imperan en gran parte de la provincia. En ciertas regiones elevadas, incluso en algunas con extensos terrenos planos, como los Valles Centrales de Oaxaca, rigen climas semisecos templados y semifríos; en tanto que al oriente, colinda con la Llanura Costera del Golfo Sur, hay importantes áreas montañosas húmedas cálidas y semicálidas. En esta provincia hay una gran diversidad de tipos de comunidades vegetales, al grado de que ha sido reconocida como una de las regiones florísticas más ricas del mundo. El mayor sistema fluvial de la provincia es el del Río Balsas, con su importante afluente: el Tepalcatepec. El Río Balsas desemboca en el Océano Pacífico (Zacatula, Guerrero), además, es uno de los siete ríos de mayor longitud del país.

La presente investigación se realizó en el Sur del Estado de México, se consideró como límite la porción de la Sierra Madre del Sur que se localiza dentro del territorio estatal (Figura 3.2) en 26 municipios: Almoloya de Alquisiras, Amatepec, Coatepec Harinas, Donato Guerra, Ixtapan de la Sal, Ixtapan del Oro, Joquicingo, Luvianos, Malinalco, Ocuilan, Oztoloapan, San Simón de Guerrero, Santo Tomas, Sultepec, Tejupilco, Temascaltepec, Tenancingo, Texcaltitlán, Tlatlaya, Tonicato, Valle de Bravo, Villa de Allende, Villa Guerrero, Zacazonapan, Zacualpan y Zumpahuacán.

Figura 3.2 Porción de la Sierra Madre del Sur dentro del Estado de México (Zona de Estudio)



Fuente: Elaboración propia con base en Marco Geoestadístico Nacional INEGI, 2013

De acuerdo a los datos obtenidos del Censo de Población y Vivienda elaborado por el INEGI en el 2010, los municipios del Estado de México, que conforman la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur cuentan con una población total de 757 308 habitantes (Tabla 1). Esta cifra representa el 4.99 % de la población total estatal, lo cual, indica que en el Estado de México la distribución poblacional es heterogénea, lo que convierte en desigual la repartición de recursos por parte del gobierno afectando a las familias del sur del Estado.

Tabla 1. Número de habitantes por municipio en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur.

Municipio	Población Total	Población masculina	Población femenina
Almoloya de Alquisiras	14856	7091	7765
Amatepec	26334	12799	13535
Coatepec Harinas	36174	17472	18702
Donato Guerra	33455	16484	16971
Ixtapan de la Sal	33541	16082	17459
Ixtapan del Oro	6629	3326	3303
Joquicingo	12840	6201	6639
Malinalco	25624	12585	13039
Ocuilan	31803	15540	16263
Otzoloapan	4864	2464	2400
San Simón de Guerrero	6272	3026	3246
Santo Tomás	9111	4458	4653
Sultepec	25809	12267	13542
Tejupilco	71077	34411	36666
Temascaltepec	32870	16142	16728
Tenancingo	90946	44239	46707
Texcaltitlán	17390	8366	9024
Tlatlaya	32997	16074	16923

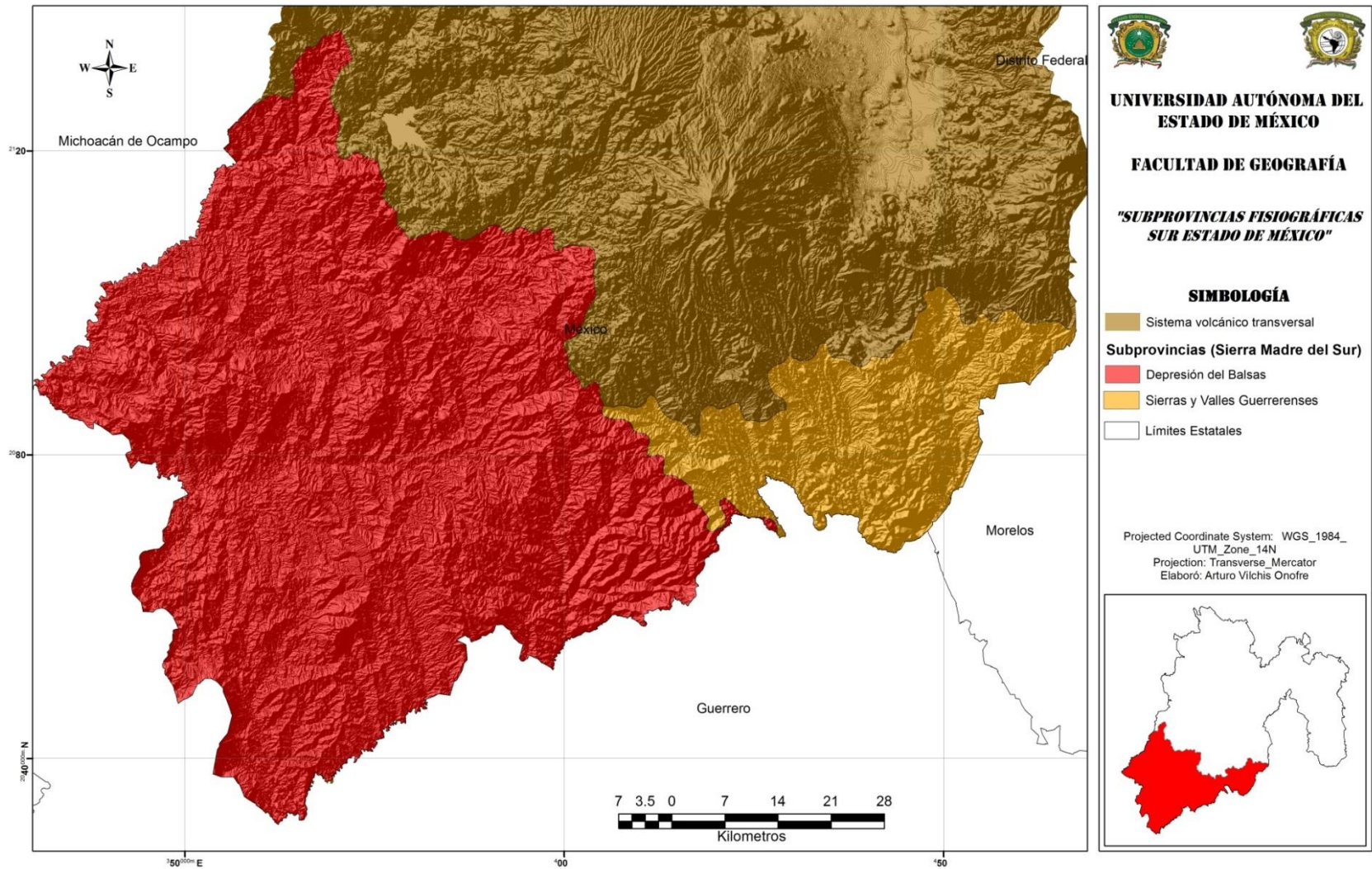
Tonatico	12099	5799	6300
Valle de Bravo	61599	30296	31303
Villa de Allende	47709	23413	24296
Villa Guerrero	59991	29293	30698
Zacazonapan	4051	2033	2018
Zacualpan	15121	7217	7904
Zumpahuacán	16365	7780	8585
Luvianos	27781	13719	14062
Total	757308	368577	388731

Fuente: Elaboración propia con base en ITER. INEGI, 2010

Bassols (1983) señala que dentro del subdesarrollo general y predominante que es el carácter distintivo de toda la región de la Sierra Madre del Sur se advierten rasgos peculiares. Algunas regiones presentan todavía un relativo aislamiento, no sólo con respecto a otras zonas del país, sino también en relación con sus vecinas de la propia zona, y su especialización está apenas acentuándose. Pero todas ellas tienen ya, unas más, otras menos, los perfiles formativos, y algunas se encuentran en fase avanzada. El fenómeno que el autor señaló aún se encuentra presente, ya que a pesar de ocupar el 24% de la superficie total del Estado de México, la mayoría de las comunidades rurales de los municipios de esta provincia se encuentran en situación de marginación, esto se debe a la interacción de varios factores, por ejemplo, la distancia con relación a las cabeceras municipales, a la ciudad de Toluca y a la capital del país, la dispersión y distribución espacial de las comunidades, las facilidades de acceso, las condiciones de las vías de comunicación y algunos patrones socioculturales de los habitantes.

Es importante señalar que la porción ocupada por la provincia de la Sierra Madre del Sur del Estado de México se encuentra dividida en dos subprovincias: Depresión del Balsas y Sierras y Valles Guerrerenses (Mapa 3.2), a continuación se presentan los rasgos físico geográfico de ambas, de acuerdo a la Síntesis Geográfica del Estado de México (1981).

Mapa 3.2 Subprovincias fisiográficas del sur del Estado de México



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2010.

3.2 Subprovincia de la Depresión del Balsas

La Subprovincia de la Depresión del Balsas limita al norte con las Subprovincias Mil Cumbres, Lagos y Volcanes de Anáhuac, y Llanos y Sierras de Querétaro e Hidalgo; al oeste con el Estado de Michoacán, y al este y sur con el Estado de Guerrero. En el territorio del Estado de México, la Subprovincia de la Depresión del Balsas comprende 4 992.323 km², lo cual representa el 21.48 % de la superficie total de la entidad. De manera administrativa, están incluidos los municipios de: Ixtapan del Oro, Santo Tomás, Oztoloapan, Zacazonapan, San Simón de Guerrero, Almoloya de Alquisiras, Sultepec, Tlatlaya, Amatepec y Tejupilco y parte de Donato Guerra, Valle de Bravo, Temascaltepec, Texcaltitlan, Coatepec Harinas y Zacualpan.

La litología de la unidad es bastante compleja ya que comprende rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Figura 3.4). Uno de los sistemas de topofomas más importantes que están presentes en esta subprovincia es el de la sierra compleja con cañadas, con gran variedad de rocas, esquistos, basaltos, y aluviones continentales. La sierra presenta sus mayores altitudes hacia el sureste, donde el Cerro del Peñon alcanza 2 900 m.s.n.m. Otros sistemas que se encuentran en la subprovincia son: la gran sierra compleja con mesetas, el lomerío, el valle de cañadas convergentes con lomerío, el valle de laderas tendidas con lomeríos y la meseta lávica.

En esta Subprovincia predominan los climas cálido, semicálido y templado (Mapa 3.3). Los suelos son de origen coluvio-aluvial y residual; su fertilidad es de moderada a alta, por lo que pueden ser utilizados en actividades agrícolas, pecuarias y forestales, aunque algunas zonas presentan problemas de acidez. Los tipos de suelos predominantes en esta subprovincia son: Cambisol eutricto, Regosol eutricto y Feozem Háptico, Litosol, Regosol calcárico, Regosol crómico, Acrisol órtico, Cambisol dítrico, Cambisol crómico, Fluvisol eutricto, Luvisol crómico, Andosol húmico, Vertisol pélico y Acrisol húmico (Mapa 3.5) Este último se caracteriza por presentar en la superficie una capa de color oscuro o negro sobre el suelo rojizo o amarillento, esta capa es rica en materia orgánica, pero muy ácida y muy pobre en nutrientes.

La vegetación presente sobre este mosaico edáfico es muy variada, como lo muestra la existencia de los diversos tipos de bosques: de encino-pino, pino-encino, encino y de pino, e incluso el escaso mesófilo de montaña; este último se desarrolla en el valle de las laderas tendidas. Se encuentran además en la subprovincia, de manera abundante, la selva baja caducifolia y el pastizal inducido (Mapa 3.6).

En la actualidad, debido al desmonte la vegetación sólo subsiste en forma de relictos. Esta situación está asociada con la agricultura de subsistencia para las familias campesinas, las cuales practican lo que se conoce de forma regional como roza – tumba – quema, modalidad de cultivo que ha causado impacto en los suelos y la vegetación natural.

En la mayor parte de este territorio es posible realizar labores agrícolas con labranza mecanizada; sin embargo, los sistemas de gran sierra compleja con cañadas (más del 50 % de la superficie total de la subprovincia), valle de laderas tendidas y meseta lávica, tienen problemas fuertes por la acidez y la fijación de fósforo de sus suelos, lo que limita en gran medida el desarrollo de los cultivos y hace que su producción sea poca. A pesar de las condiciones geográficas de esta porción del territorio del Estado de México, una de las actividades más importantes es la agricultura de temporal y en menor proporción la agricultura de riego, cuya producción tiene como destino final los mercados regionales y locales.

Toda la superficie de la subprovincia tiene posibilidades de desarrollo pecuario, pero éste no es igual en toda la zona. La topografía es el principal factor limitante para el pastoreo del ganado; así tenemos que en los terrenos con pendientes de 30 a 40 % prospera de forma exclusiva el ganado caprino de las siguientes razas: Criollo, Nubia, Sanen, Alpina, Toggenburg y Granadina, las cuales pastan en estas áreas sin problemas de movilidad.

El ganado bovino y el ovino, en cambio, necesitan mejores condiciones, pues las pendientes excesivas y la pedregosidad afectan sus pesuñas y limitan su movilidad. Otro de los factores limitantes que se pueden presentar es la salinidad de los suelos, la cual impide el desarrollo de las especies forrajeras.

En la subprovincia sólo los sistemas identificados como sierras, tienen especies vegetales útiles para la explotación industrial y comercial. Sería necesario hacer un estudio de orden económico, político y social para determinar la conveniencia o la inconveniencia de incrementar, por medio de la reforestación las especies maderables. Las porciones ocupadas con especies maderables han sido y están siendo sujetas a fuertes presiones de los taladores e impactos ambientales ocasionados por las actividades humanas, situación que provoca disminución de especies propias de la provincia fisiográfica.

3.3 Subprovincia de las Sierras y Valles Guerrerenses

En la Subprovincia de las Sierras y Valles Guerrerenses se alternan sierras y valles con orientación general hacia el sur, es de litología semicompleja, pero con predominio de rocas calcáreas. Así pues, se advierten formaciones de carso como dolinas (pozos de disolución), lagodolinas (El Rodeo y Tequisquitengo, Morelos), grutas (Cacahuamilpa), entre otros rasgos. Las sierras de la parte oriental de la subprovincia están constituidas por antiguas rocas volcánicas. Tres afluentes del Río Balsas la atraviesan en la porción sur: Río Tlajocotla, Río Cocula y Río Amacuzac. Penetra al Estado de México en su porción centro-sur y ocupa 1 012.425k m² de su superficie total. De manera administrativa, cubre los municipios de Ixtapan de la Sal, Tonatico, Zumpahuacán, y porciones de Coatepec Harinas, Malinalco, Ocuilan, Tenancingo, Villa Guerrero y Zacualpan. Los sistemas de topofomas que se presentan en esta subprovincia son los siguientes: sierra de cumbres tendidas y laderas escarpadas (este sistema está constituido por basaltos, aunque se presentan también zonas con andesita, caliza-lutita y caliza, sobretudo en su porción sur), lomerío con llanos aislados (formado por esquistos, calizas y arenisca-conglomerado), valle de laderas tendidas con mesetas (constituido por caliza, caliza-lutita y basalto), meseta de aluvión antiguo y meseta de aluvión antiguo con cañadas.

La presencia de los diferentes tipos de suelo está condicionada por la constitución litológica y los tipos de clima existentes en la zona (Mapa 3.3). Estos factores determinan el predominio de los siguientes tipos de suelo: Vertisol pélico, el Feozem háplico, el Luvisol crómico y el Litosol. Se encuentran además, en menor proporción e importancia, el Rendzina, el Acrisol húmico y Acrisol órtico, el Feozem calcárico, el Cambisol crómico, el Cambisol eutrítico y el Regosol eutrítico (Mapa 3.5).

Con relación a la vegetación natural, en la subprovincia predomina la selva baja caducifolia; la cual se encuentra distribuida de los 1 300 a los 2 200 m.s.n.m., en partes de la sierra de cumbres tendidas, el lomerío con llanos aislados y en la meseta de aluvión antiguo con cañadas (Mapa 3.6). El grado de perturbación que presenta es de medio a alto, por lo que se puede inferir que se trata de vegetación secundaria.

El bosque de encino-pino ocupa también áreas considerables de la sierra de cumbres tendidas y de la meseta de aluvión antiguo con cañadas, pero se encuentra distribuido de los 2 000 a los 2 400 m.s.n.m, en clima templado subhúmedo. El número promedio de árboles por hectárea es de 208. Se trata de un bosque perturbado, aunque la densidad de árboles es bastante buena. Se presentan, además, el bosque de encino, el de pino-encino, el de pino, el pastizal inducido y la selva baja caducifolia secundaria con pastizal inducido.

La agricultura mecanizada, de temporal y de riego, se pueden llevar a cabo en el valle de laderas tendidas con mesetas y en partes de los demás sistemas de topofomas, pero las condiciones físicas varían de una zona a otra; por lo tanto, el desarrollo de los cultivos, la aplicación de riego y la labranza presentan diferentes grados de aptitud.

En una zona de la meseta de aluvión antiguo con cañadas, la profundidad del suelo (35 a 50cm) y las pendientes (10 al 14 %), hacen posible un tipo de agricultura continua de tracción animal. Aunque el desarrollo de los cultivos se ve limitado, y la aplicación de riego y la labranza sufren restricciones moderadas.

La agricultura de tracción animal estacional se puede realizar en unidades de la sierra de cumbres tendidas, del lomerío con llanos aislados y de la meseta de aluvión antiguo con cañadas; sin embargo, la aptitud cambia de un sistema a otro, ya que algunas áreas presentan pendientes del 13 al 22 % y profundidad del suelo de 25 a 50 cm; y otras, además de los factores mencionados, tiene problema de acidez y fijación de fósforo en el suelo.

Todos los sistemas de topofomas, con excepción del valle de laderas tendidas con mesetas, tienen áreas en las que es posible llevar a cabo agricultura manual continua, pues las

pendientes (20 a 50 %), la obstrucción superficial (26 a 60%) y la poca profundidad del suelo (30 a 50 cm) limitan de forma severa el desarrollo de los cultivos e impiden la aplicación de riego y la labranza mediante la tracción animal.

En las laderas de la sierra de cumbres tendidas las condiciones de pedregosidad, pendientes y profundidad del suelo sólo permiten realizar agricultura manual estacional, ya que el desarrollo de los cultivos se ve limitado. Las condiciones más severas se presentan en algunas unidades de la meseta de aluvión antiguo con cañadas, en donde no es posible efectuar ningún tipo de agricultura.

La subprovincia presenta posibilidades de uso pecuario en casi la totalidad de su superficie, pero las diversas condiciones físicas imperantes en ella, dan lugar a diferentes alternativas de uso. En el valle de laderas tendidas con mesetas y en partes de la sierra de cumbres tendidas, de la meseta de aluvión antiguo, del lomerío con llanos aislados u de la meseta de aluvión antiguo con cañadas se pueden cultivar praderas para dedicarlas al pastoreo intensivo: sin embargo, el grado de aptitud para el desarrollo de las especies forrajeras es diferente; pues en algunas áreas las pendientes van del 3 al 10 % y en otras del 10 al 25 % (factor que limita la movilidad del ganado), los suelos tienen de 25 a 20 cm o de 50 a 85 cm de profundidad; además hay algunas zonas con drenaje lento.

El pastoreo extensivo sobre vegetación natural diferente al pastizal se puede llevar a cabo en algunas unidades de la sierra de cumbres tendidas, del lomerío con llanos aislados y de la meseta de aluvión antiguo con cañadas, pero las pendientes, la profundidad del suelo, la pedregosidad, la acidez y la fijación de fósforo del terreno son variables, por lo que la aptitud para el desarrollo de las especies forrajeras y la movilidad del ganado va de media a baja.

En partes de todos los sistemas de topoforma, con excepción del valle de laderas tendidas con mesetas, las condiciones de pedregosidad, las pendientes y la profundidad del suelo son más severas, por tanto, sólo es posible el pastoreo extensivo de ganado caprino.

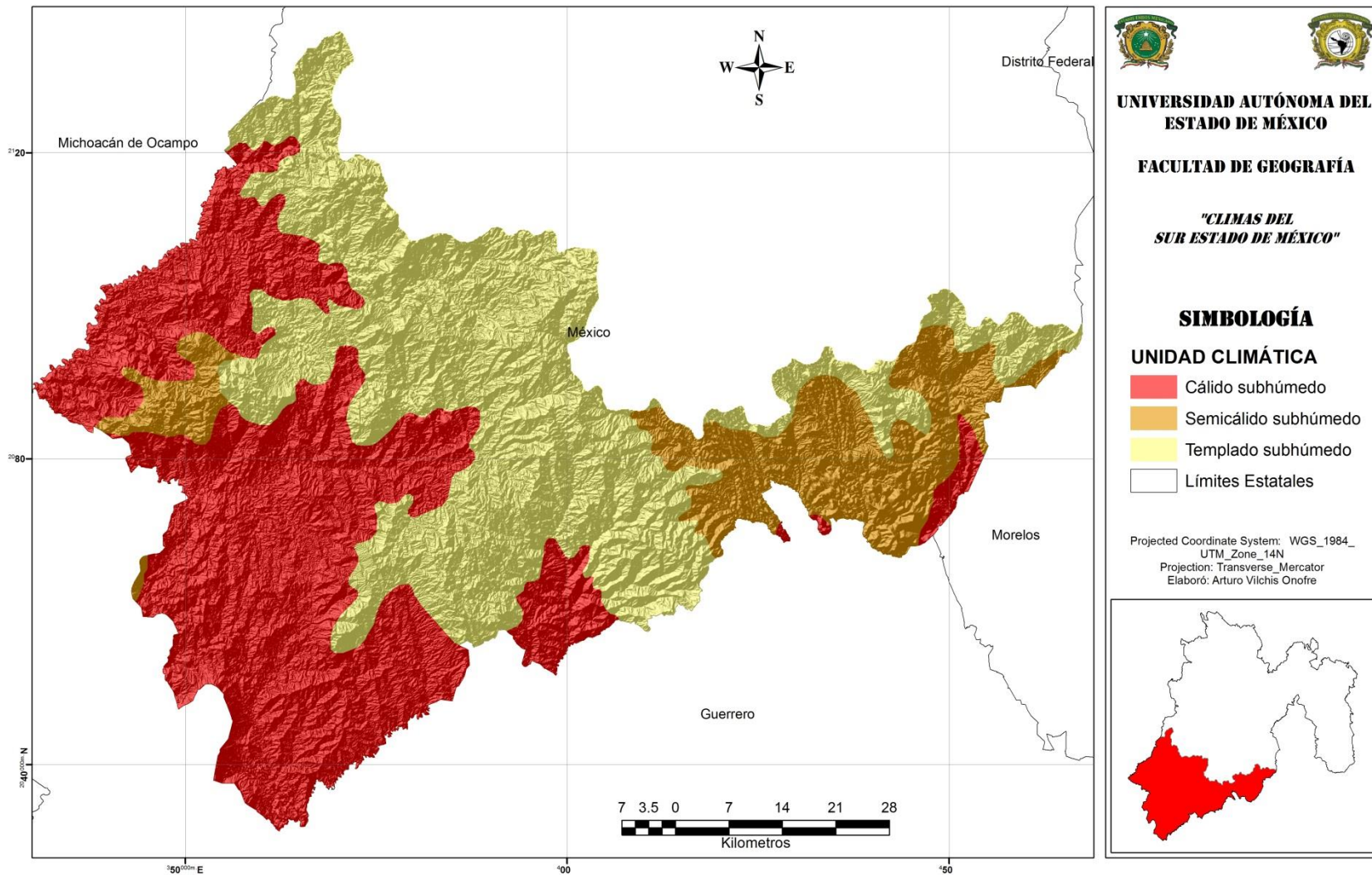
No se puede llevar a cabo ningún tipo de uso pecuario en una zona muy reducida de la meseta de aluvión antiguo con cañadas, debido a que las fuertes pendientes de 45 a 65 %, la poca profundidad del suelo y la excesiva pedregosidad impiden la movilidad de cualquier tipo de ganado.

Los bosques de encino-pino, de encino, de pino-encino y de pino que se presentan en la subprovincia se encuentran muy perturbados; sin embargo en algunas áreas de la sierra de cumbres tendidas y del lomerío con llanos aislados hay recursos maderables que se pueden explotar en la industria, aunque el corte y la extracción de los elementos se ven limitados de por las pendientes. La explotación comercial de recursos maderables y no maderables se puede llevar a cabo en parte de la meseta de aluvión antiguo con cañadas, pues la vegetación tiene buena condición; pero la fuerte pendiente 40 a 50 % restringe la extracción y el corte de los elementos forestales. La vegetación que se presenta en algunas áreas de la sierra de cumbres tendidas, de la meseta de aluvión antiguo, del lomerío con llanos aislados y de la meseta de aluvión antiguo con cañadas, sólo se puede utilizar con fines doméstico; aunque, las limitaciones son diferentes, ya que las pendientes y la pedregosidad varían de una zona a otra. En el valle de laderas tendidas con mesetas y en algunas unidades de la meseta de aluvión antiguo, del lomerío con llanos aislados y de la meseta de aluvión antiguo con cañadas no existe vegetación natural, debido a que se utilizan en actividades agrícolas o pecuarias; por lo tanto, no se puede realizar ahí ningún tipo de uso forestal.

Como se observa en el siguiente mapa, los climas predominantes en el Sur del Estado de México son el tropical lluvioso (porción sur y suroeste), el semicálido⁴ (intercalado entre el tropical lluvioso y el templado), y el templado, asociado con las estribaciones cercanas al Volcán Xinantécatl.

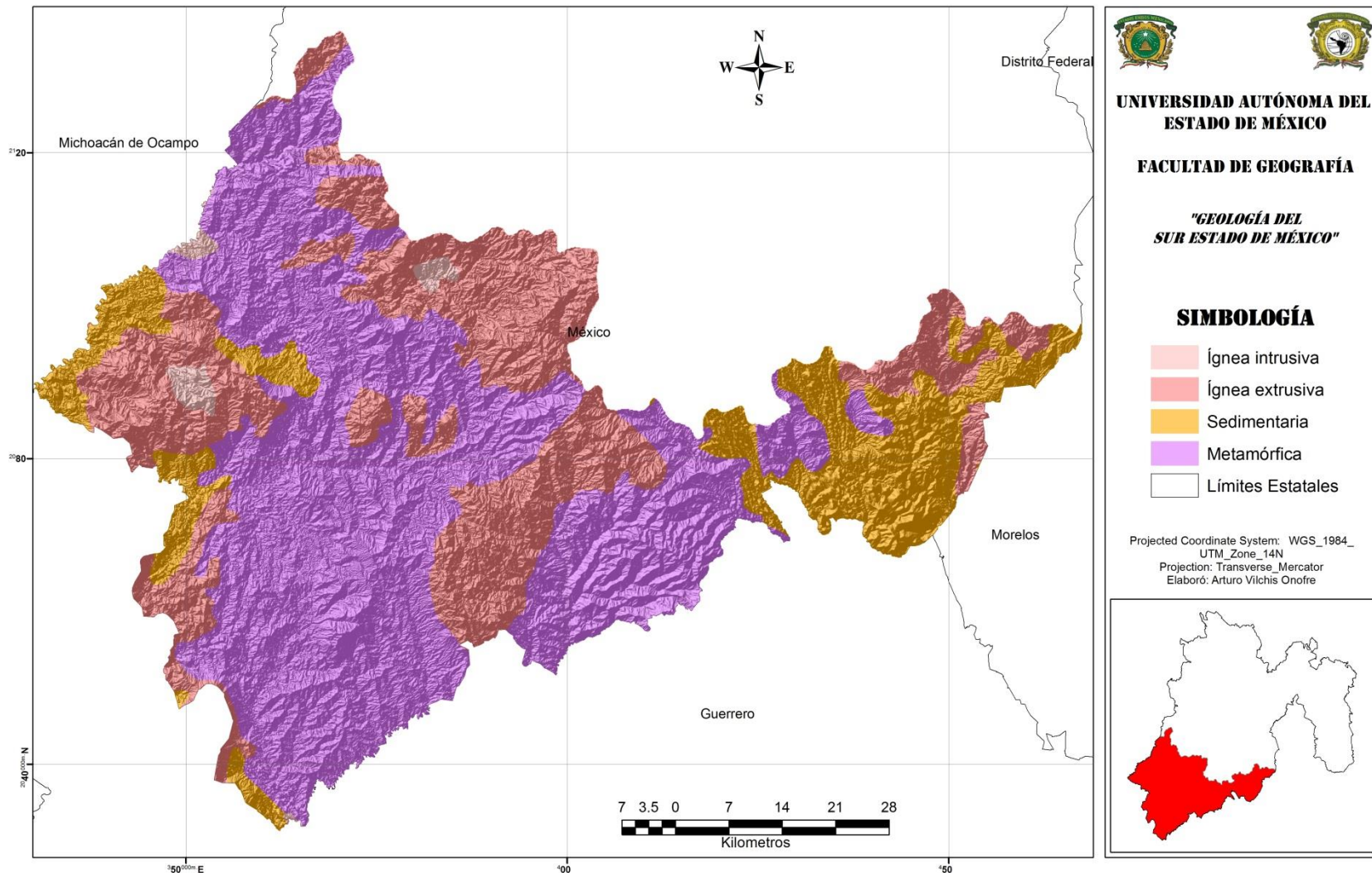
⁴ Este clima es importante en la subprovincia, pues influye en otras condiciones ambientales que hacen posible el establecimiento de varios cultivos (zona de ecotono).

Mapa 3.3 Climas presentes en la porción sur del Estado de México



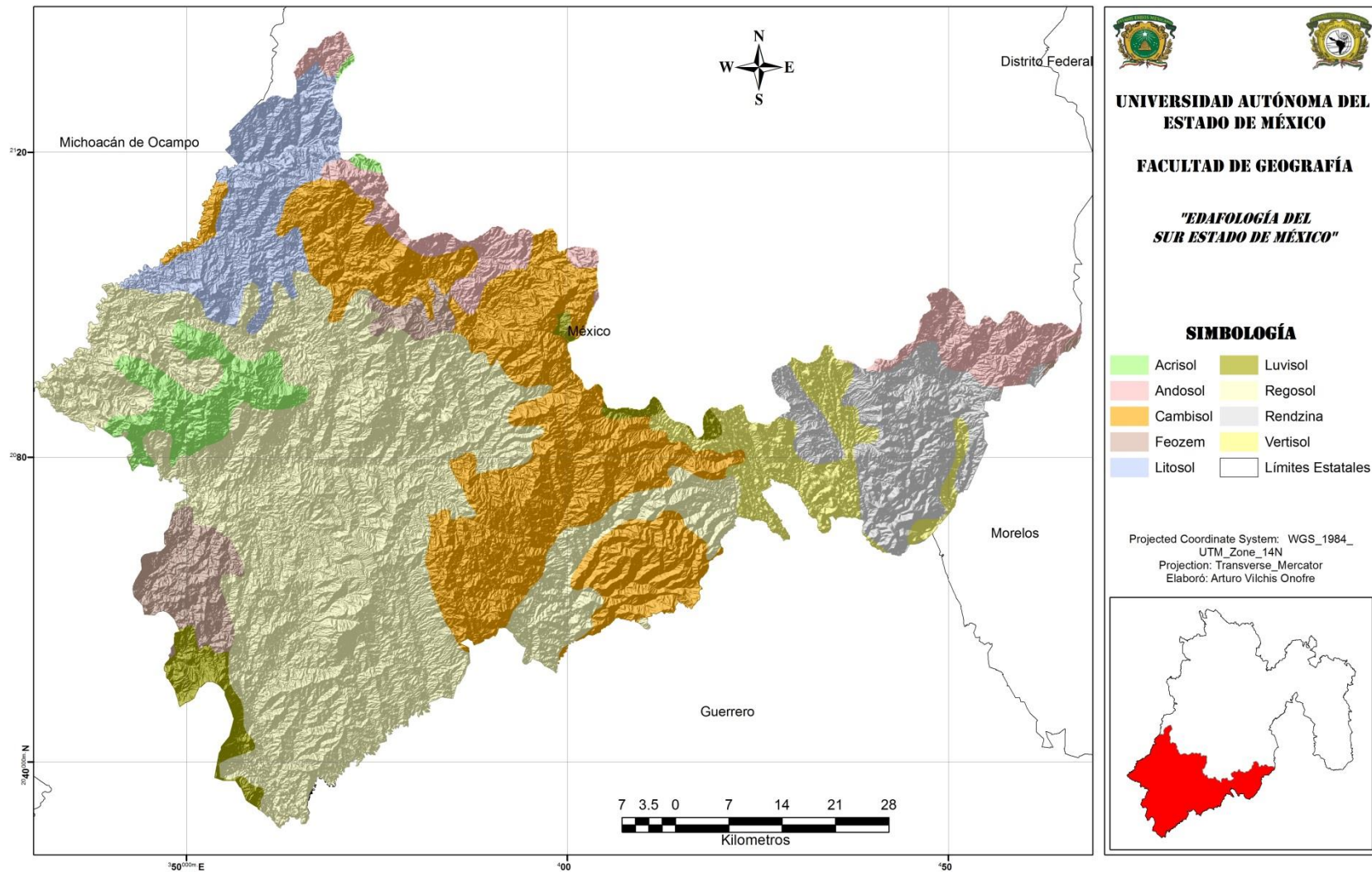
Fuente: Elaboración propia con base en Datos Vectoriales. INEGI, 2010.

Mapa 3.4 Geología del Sur del Estado de México



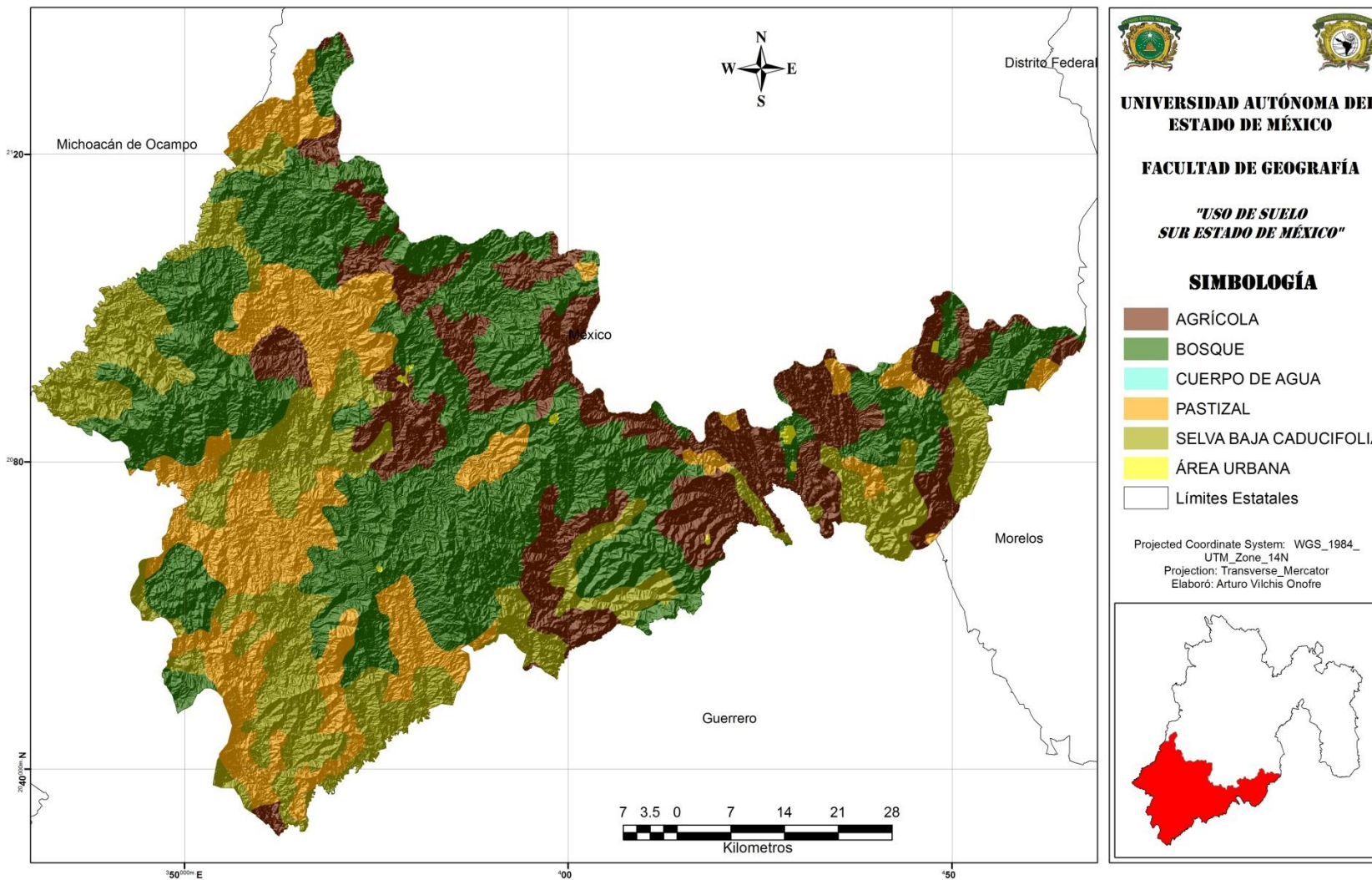
Fuente: Elaboración propia con base en Datos Vectoriales. INEGI, 2010.

Mapa 3.5 Edafología del Sur del Estado de México.



Fuente: Elaboración propia con base en Datos Vectoriales. INEGI, 2010.

Mapa 3.6 Uso del suelo en el Sur del Estado de México



Fuente: Elaboración propia con base en Datos Vectoriales. INEGI, 2010.

Las especies vegetales predominantes en los sistemas de barrancos del Sur del Estado de México, están asociadas con las condiciones climáticas, los tipos de suelos, la altitud y las características fisiográficas de la Provincia de la Sierra Madre del Sur. En el apartado de anexos se presentan las especies vegetales importantes, algunas de ellas observadas de manera directa en los sistemas y ambientes adyacentes a los barrancos (imagen 2 a la 6).

Imagen 3.1 Cirian (*Crescentia alata*). Planta existente en los bordes superiores de los barrancos del sur del Estado de México. Es una especie propia de la selva baja cuyo fruto y semillas son utilizadas con fines medicinales y ornamentales. Municipio de Zacazonapan. Estado de México. Enero, 2015.



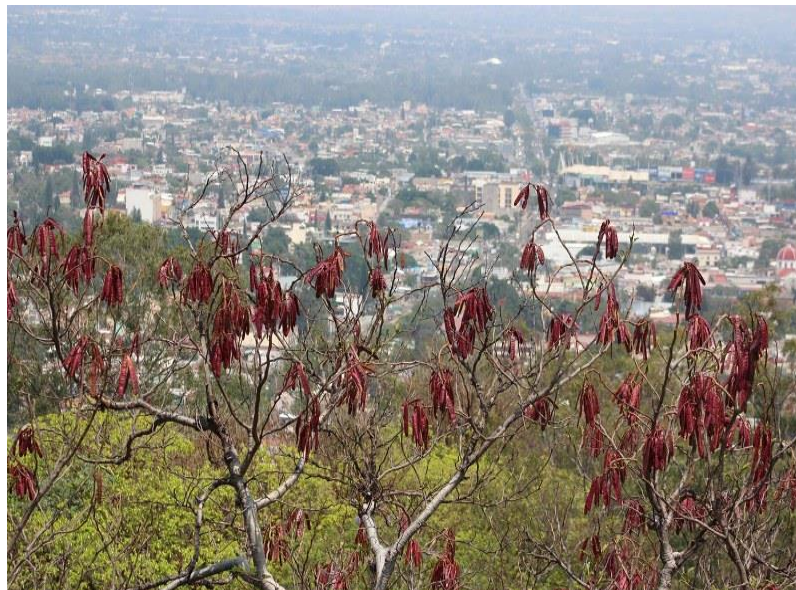
Fuente: Trabajo de campo, 2015.

Imagen 3.2 Guácima (*Guazuma ulmifolia*). Especie vegetal propia de la selva baja, los tallos y ramas son utilizados para elaborar herramientas agrícolas y como planta medicinal.



Fuente: Paleoforo, disponible en línea en <http://www.paleoforo.com/t3596-fuego-por-fricción-en-2-segundos> el 15 de enero de 2015

Imagen 3.3 Guaje (*leucaena sp*). Planta importante en la región sur del Estado de México. Las flores, frutos y semillas son consumidos por las familias campesinas para complementar la dieta alimentaria.



Fuente: Disponible en línea en <http://ciudadania-express.com/2012/05/07/testimonio-historicos-de-oaxaca-son-los-arboles-de-guaje/> el 15 de enero de 2015

Imagen 3.4 Parota (*Enterolobium cyclocarpum*). Especie vegetal propia de la selva baja (climas cálidos). Es una planta importante para la vida de las familias campesinas, pues de esta se obtienen múltiples beneficios para la agricultura y la alimentación de los animales domésticos y las personas. Esta planta prospera en los bordes superiores de los barrancos.



Fuente: Disponible en línea en: <http://gobiernocolima.blogspot.mx/2011/08/parotas-especie-protegida-por-decreto.html> 15 de enero 2015

Imagen 3.5 Pochote (*pachira quinata*). Planta de la selva baja que prospera en los ambientes de los bordes superiores de los barrancos. Los frutos son utilizados para complementar la alimentación de la familia campesina.



Fuente: disponible en línea en <http://elcerebroreciclado.blogspot.mx/2010/05/oaxaca-y-sus-colores.html> el 15 de enero de 2015

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

LA MANERA COMO SE PRESENTAN LAS COSA
NO ES LA MANERA COMO SON;
SI LAS COSAS FUERAN COMO SE PRESENTAN
LA CIENCIA ENTERA SOBRARÍA

KARL MARX

CAPÍTULO IV RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la presente investigación, tanto en trabajo de campo como en gabinete son diversos. En primera instancia se presentan los resultados de los procesos que se aplicaron con los Sistemas de Información Geográfica, posteriormente se encuentran los elementos que se observaron durante los recorridos en campo en cada barranco; por último se exponen las propuestas para la conservación y manejo de los sistemas de barrancos.

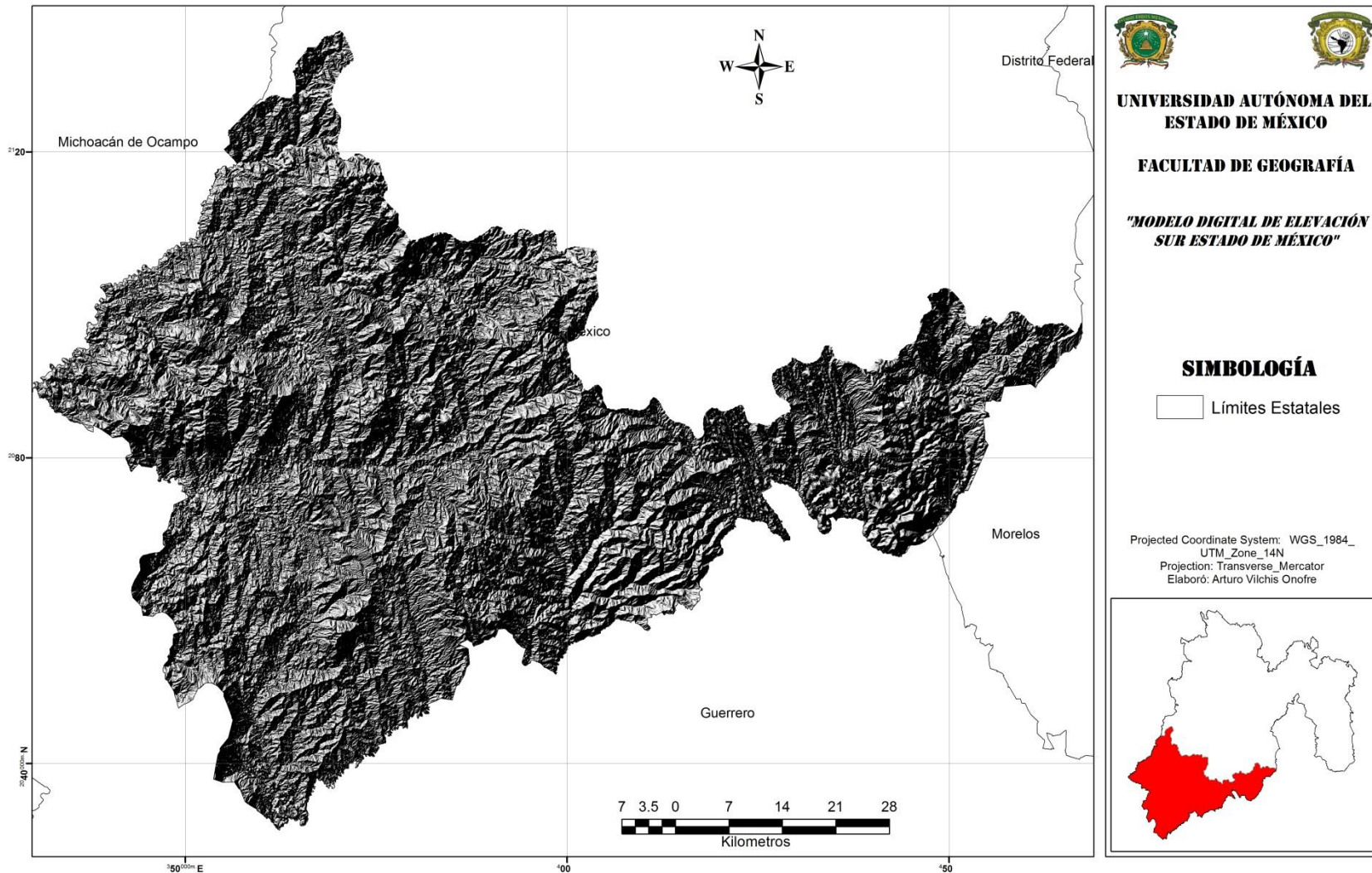
En base al Modelo Digital de Elevación (Mapa 4.1) el mapa de pendientes (Mapa 4.2) y trabajo de campo fueron localizados los sistemas de barrancos de la porción sur del Estado de México. En total fueron representados de forma cartográfica diez barrancos, de los cuales ocho fueron verificados en trabajo de campo (Mapa 4.3).

- Río Chilero
- Río Tilóstoc
- Agua Zarca
- Río Temascaltepec
- Pantoja
- Río Bado
- Río Tenancingo
- Río Calderón
- Río San Juan
- Río Chalma

En cada uno de los barrancos existen elementos homólogos (sustrato rocoso, agua, vegetación de galería o riparia,) pero también componentes heterogéneos, por ejemplo, animales acuáticos, agricultura, residuos sólidos, residuos líquidos, deforestación, símbolos rupestres prehispánicos. Otros elementos importantes en los ambientes de barrancos son símbolos culturales asociados con la religión católica, infraestructura para transitar de un borde a otro (puentes de madera colgantes), cartuchos de armas de fuego utilizados en cacería, chozas para el resguardo de herramientas y productos cultivados, rasgos de incendios, plantas medicinales e infraestructura doméstica (mangueras) para extracción de

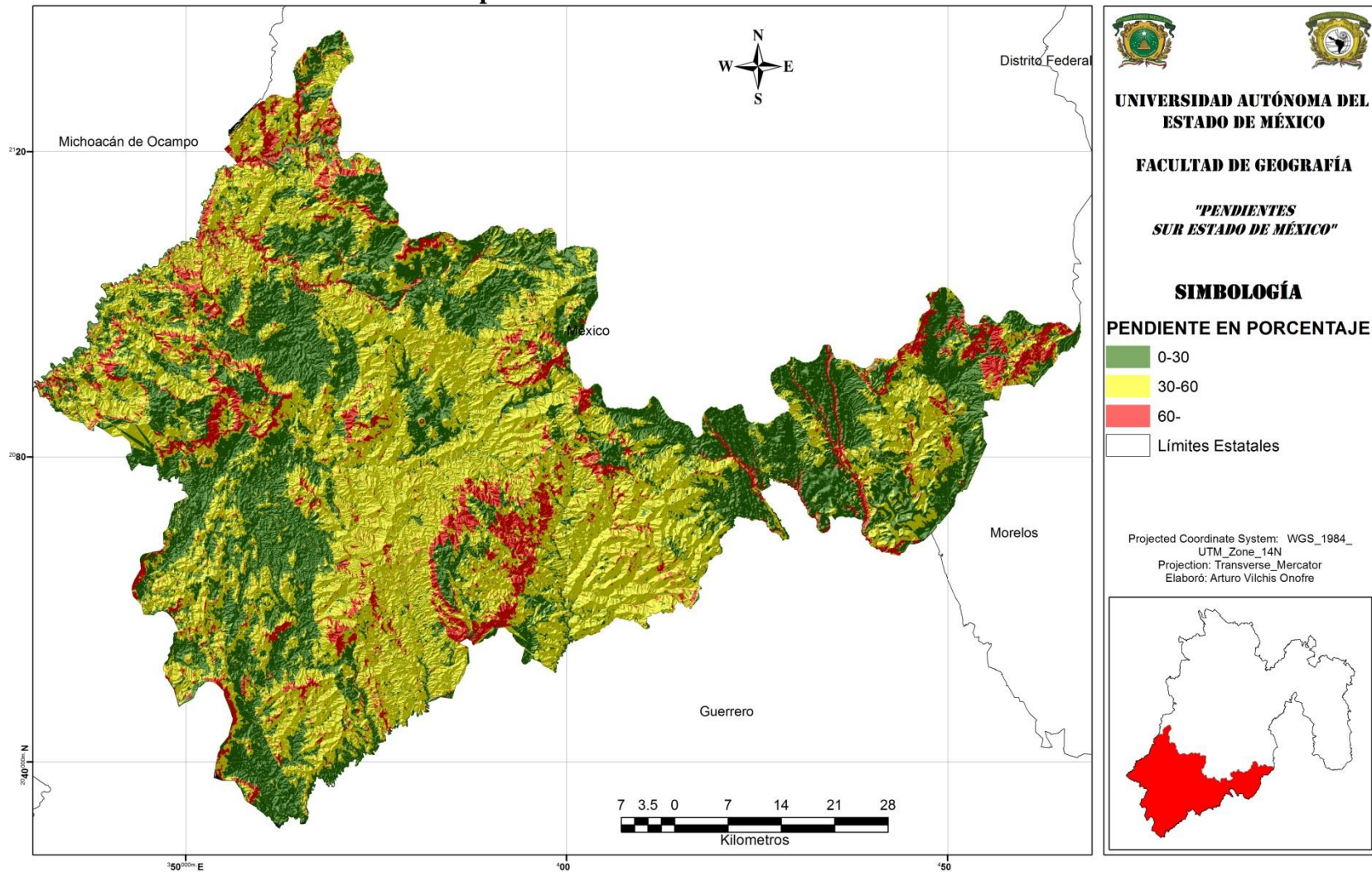
agua utilizada en el riego y la vivienda. A continuación se presentan los elementos más significativos de cada uno de los barrancos verificados en trabajo de campo.

Mapa 4.1 Modelo Digital de Elevación del Sur del Estado de México



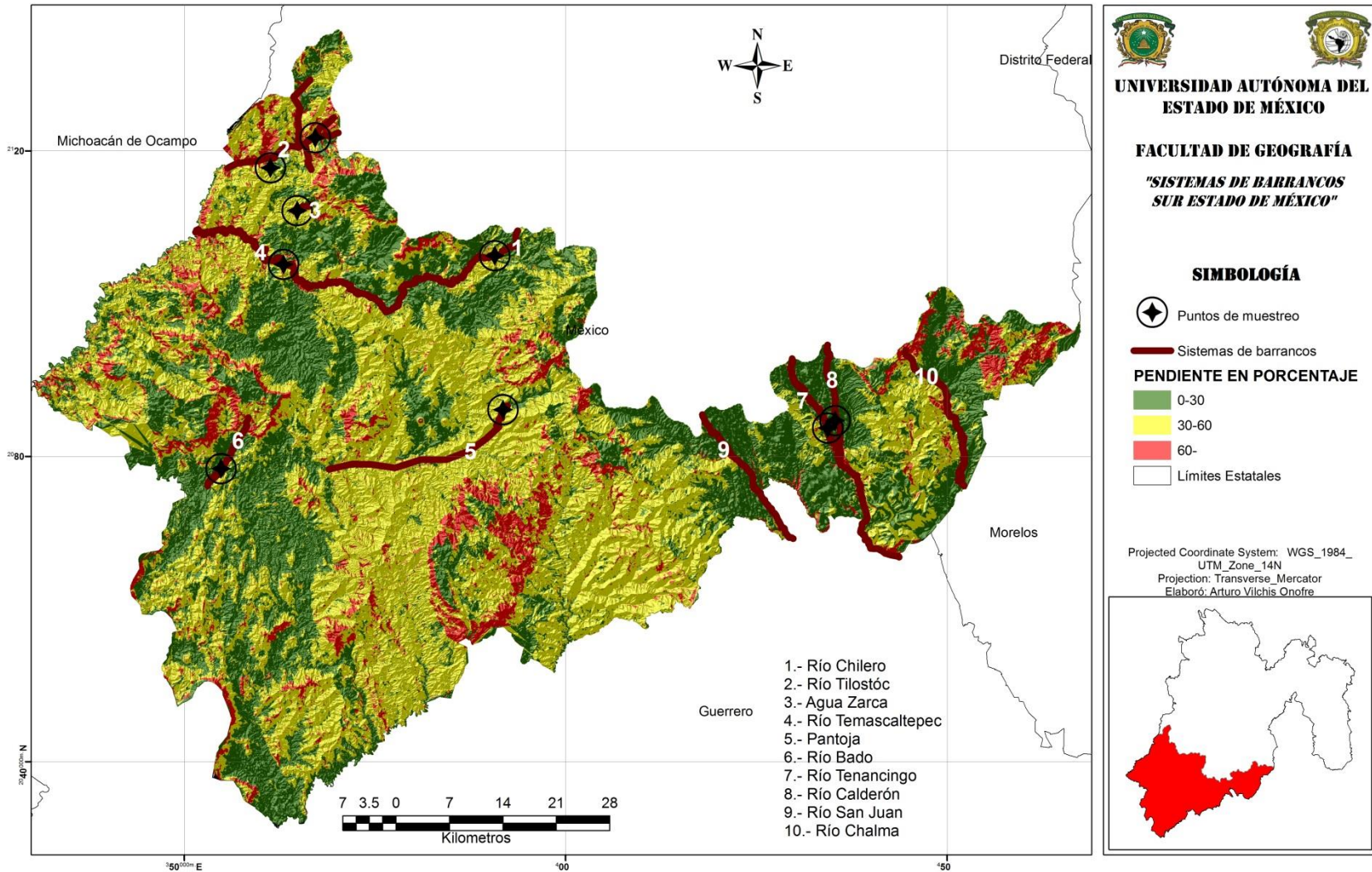
Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI, 2010.

Mapa 4.2 Pendientes del Sur del Estado de México



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de INEGI, 2010.

Mapa 4.3 Sistemas de barrancos del Sur del Estado de México



Fuente: Elaboración propia

4.1 Barranco del Río Chilero

Localizado en la Subprovincia de la Depresión del Balsas, en los municipios de Tejupilco y Temascaltepec con una longitud de 12.3km y una profundidad aproximada de 21m. El punto de muestreo se realizó en las coordenadas 19°04'17.89" de latitud norte y 100°00'43.14 de longitud oeste. El clima predominante en este barranco es el templado subhúmedo, presenta rocas de tipo ígnea intrusiva e ígnea extrusiva, predominan los suelos de tipo andosol y cambisol, el uso de suelo que ocupa una mayor superficie es el bosque.

En el punto de muestreo fueron observados algunos asentamientos humanos dispersos, sin embargo, la presencia de residuos sólidos y líquidos no fue significativa, también se observaron dos puentes antiguos para el paso de los habitantes de la zona, lo cual convierte al barranco en un elemento cultural importante dentro de la comunidad. Se encontraron formaciones rocosas de tamaño, forma, color y estructura variada. Así como vegetación riparia abundante.

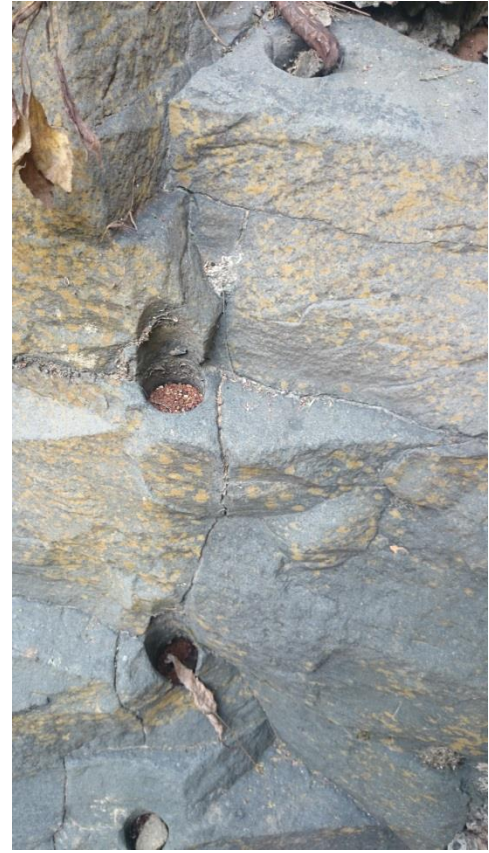
Uno de los elementos a resaltar de este barranco, es la presencia de un cerco perimetral (alambre de púas) en la parte alta del barranco, esto con el propósito de limitar el acceso a la población, a pesar de no encontrar ningún asentamiento humano en esa porción.

Imagen 4.1 Antiguos puentes en el barranco del Río Chilero. Municipio de Tejupilco, México



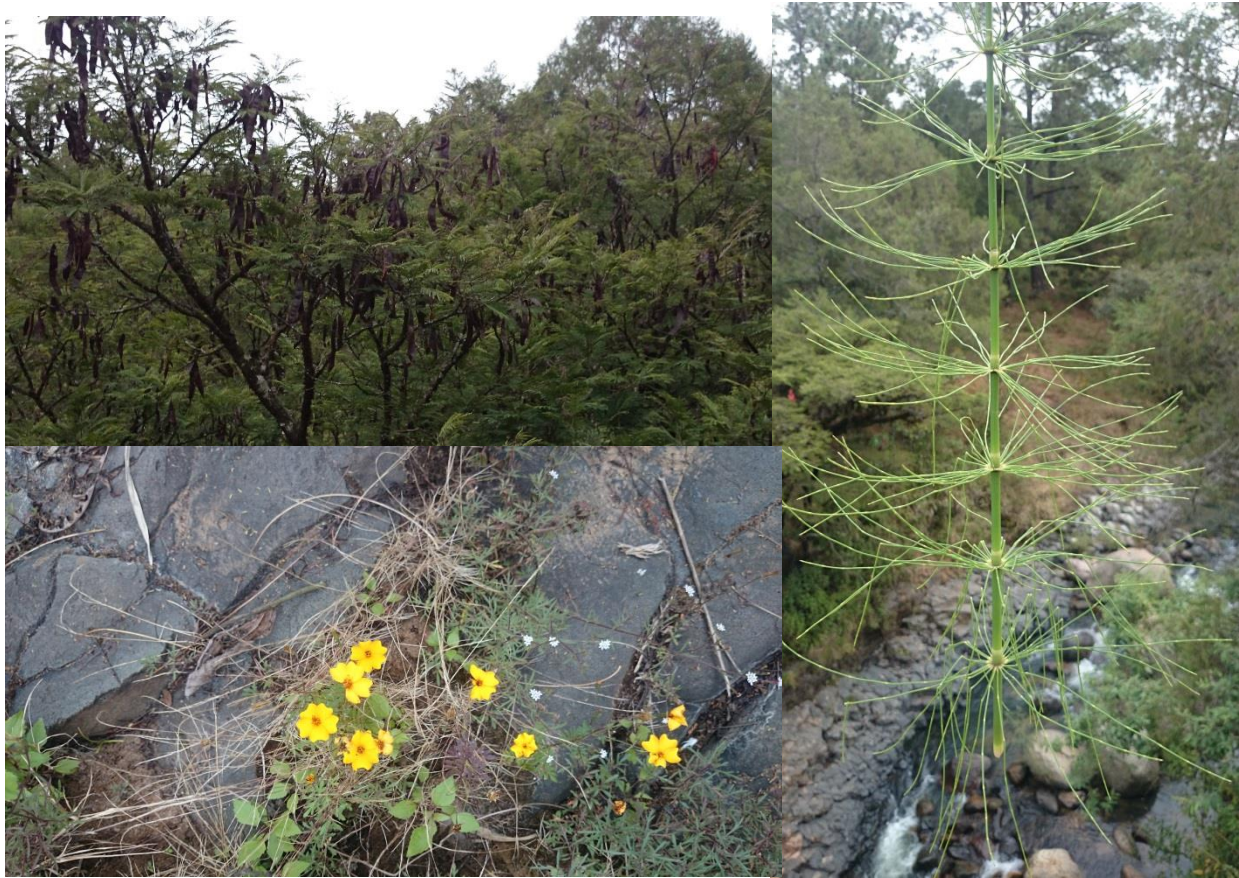
Fuente: Trabajo de campo, 2015.

Imágenes 4.2 Formaciones rocosas del Río Chilero. Municipio de Tejupilco, México



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

Imágenes 4.3 Vegetación del Río Chilero. Municipio de Tejupilco, México



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

4.2 Barranco del Río Tilostóc

Localizado en la Subprovincia de la Depresión del Balsas, en los Municipios de Santo Tomás, Ixtapan del Oro y Oztoloapan con una longitud de 16.4km y una profundidad aproximada de 230m. El punto de muestreo se realizó en las coordenadas 19°15'5.30" de latitud norte y 100°15'48.03" de longitud oeste. Se encuentra en las unidades climáticas templado subhúmedo y cálido subhúmedo, predominan las rocas de tipo metamórficas y el suelo litosol. El uso de suelo se divide en agrícola, pastizal y bosque.

Este barranco presenta una amplia variedad de elementos naturales que lo convierten en un elemento cultural importante para los habitantes. Durante los recorridos en campo se entrevistaron habitantes de la zona, se hizo mención de algunos elementos culturales que se encontraban en el fondo de barranco (pinturas rupestres) que fueron borradas en actos vandálicos. Se encontró un altar religioso abandonado al interior de una cavidad del

barranco. También se observaron algunos cartuchos de escopeta, lo cual indica que existe cacería.

En relación con los elementos naturales, se encontró una amplia diversidad de especies frutales en el interior del barranco, esto gracias al microclima generado en este tipo de ecosistema. Se observaron diferentes productos que son utilizados por las familias que viven en los alrededores tales como limón, lima, naranja, mandarina, guanábana, plátano, zapote, papaya, chile, café y estropajo. Se encontraron algunos lugares destinados a la recolección de estos productos. También se encontró agua en coloración naranja lo cual es un indicador de óxidos de hierro.

Se realizó una entrevista a un habitante que poseía una vivienda en la orilla del barranco, el cual mencionó que estaba en busca de un comprador para su casa, la cual indicó, incluía más de 200m² del barranco, además de la mitad del cauce del río, esto es una muestra del aprovechamiento ilegal que se hace en el interior de estos sistemas.

A pesar de que se encontraron residuos sólidos en este barranco, posee una belleza natural sobresaliente, esto debido a su profundidad, las especies vegetales, las raíces de los arboles al buscar la humedad toman formas particulares, el agua con óxidos de hierro también representa un atractivo visual, así como las geoformas que se localizan al interior.

Imágenes 4.4 Elementos culturales en el barranco del Río Tilostóc. Municipio de Santo Tomás, México



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

**Imágenes 4.5 Especies vegetales cultivadas en el barranco del Río Tilostóc, Zapote blanco (*Casimiroa edulis*), Plátano (*Musa sapientum*), Papaya (*Carica papaya*), Café (*Coffea arabica*), Estropajo (*Luffa aegytiaca*) y Guanábana (*Annona muricata*).
Municipio de Santo Tomás, México**



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

Imágenes 4.6 Perturbaciones ambientales al barranco Río Tilostóc, debido a la acción del hombre. Municipio de Santo Tomás, México



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

Imágenes 4.7 Elementos naturales del barranco Río Tilostóc. Municipio de Santo Tomás, México



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

4.3 Barranco Agua Zarca

Localizado en la Subprovincia de la Depresión del Balsas, en el municipio de Otzoloapan con una longitud de 2.1km y una profundidad aproximada de 20m. El punto de muestreo se realizó en las coordenadas 19°5'53.96" de latitud norte y 100°17'6.56" de longitud oeste. Se encuentra en la unidad climática templado subhúmedo, predominan las rocas de tipo metamórficas y el suelo cambisol. El uso de suelo dominante es el bosque.

Este barranco a pesar de poseer una longitud menor a los otros cuenta con dos características particulares, la primera es la siembra de maíz en la porción más profunda donde el suelo contiene mayor humedad, este producto es utilizado por los habitantes para autoconsumo, la segunda es la extracción del agua del río para llenar contenedores (piletas) ubicados en la parte superior, donde es aprovechado por los habitantes cercanos a la comunidad y por las personas que transitan diariamente por la carretera.

Imágenes 4.8 Siembra de maíz en los márgenes del barranco de Agua Zarca. Municipio de Otzoloapan, México



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

Imagen 4.9 Aprovechamiento del agua en el barranco de Agua Zarca. Municipio de Otzoloapan, México



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

4.4 Barranco Río Temascaltepec

Localizado en la Subprovincia de la Depresión del Balsas, en los municipios de Temascaltepec, Luvianos, Zacazonapan y Otzoloapan con una longitud de 32.2km y una profundidad aproximada de 35m. El punto de muestreo se realizó en las coordenadas 19°2'4.10" de latitud norte y 100°18'5.57" de longitud oeste. El clima predominante en este barranco es el cálido subhúmedo, presenta rocas de tipo metamórfica, predominan los suelos de tipo litosol y cambisol, el uso de suelo se divide en pastizal, bosque y selva baja caducifolia.

Este barranco cuenta con una amplia diversidad vegetal propia de los ambientes de selva baja caducifolia. En el punto de muestreo se observó un puente de roca, que de acuerdo a los habitantes de la zona, anteriormente era utilizado para el cruce de vehículos y servía como punto de encuentro para los jóvenes. En el recorrido de campo también se ubicó un centro recreativo a la orilla del barranco, que aprovecha el agua del río para el establecimiento de albercas recreativas, sin embargo, a pesar del atractivo turístico del ambiente natural no cuenta con afluencia significativa de visitantes, debido a la poca difusión con la que cuenta.⁵

⁵ De acuerdo a los habitantes del lugar, uno de los factores que influyen en el bajo número de visitantes son los actos delictivos que se relacionan con el sur del Estado de México.

Imágenes 4.10 Vegetación de selva baja caducifolia en el barranco del Río Temascaltepec. Porción entre los municipio de Luvianos y Zacazonapan, México



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

4.5 Barranco Pantoja

Localizado en la Subprovincia de la Depresión del Balsas, es considerado como límite entre los municipios de Tejupilco, Amatepec y Sultepec con una longitud de 27.6km y una profundidad aproximada de 52m. El punto de muestreo se realizó en las coordenadas 18°51'50.74" de latitud norte y 100°1'38.74 de longitud oeste. Se encuentra en las unidades climáticas templado subhúmedo y cálido subhúmedo, predominan las rocas de tipo metamórficas y el suelo regosol. El uso de suelo se divide en agrícola y bosque.

En la porción superior del barranco (en el punto de muestreo) se encontraron diversos asentamientos humanos, se entrevistó a 10 habitantes de la zona mayores de 30 años, se observó en ellos un apego hacia el sistema de barrancos, esto debido a las funciones que

representa para ellos, tales como recreación, caza de animales, obtención de plantas para su consumo y con fines medicinales.

Al igual que en otros barrancos, en el Pantoja se encontraron elementos con un gran atractivo turístico, uno de ellos es la explicación que dan los habitantes de la zona sobre diferentes figuras que se encuentran en las geoformas, los habitantes señalan que existe la forma de un demonio y una serpiente en una de las paredes de los barrancos. También se observaron raíces de árboles con formas particulares, que pueden ser utilizadas como un atractivo turístico.

En este barranco se encontró una amplia diversidad de vegetación propia de los ambientes de selva baja caducifolia, se observaron diferentes cactáceas en las paredes de los barrancos, esto debido a la pendiente pronunciada lo que dificulta el acceso de la población y permite el desarrollo de estos ecosistemas.

Imágenes 4.11 Vegetación en presente en el barranco Pantoja. Municipio de Tejupilco, México



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

Imágenes 4.12 Elementos naturales del barranco Pantoja. Tejupilco, México



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

4.6 Barranco del Río Bado

Localizado en la Subprovincia de la Depresión del Balsas, en el municipio de Tejupilco con una longitud de 11.7km y una profundidad aproximada de 18m. El punto de muestreo se realizó en las coordenadas $18^{\circ}47'32.02''$ de latitud norte y $100^{\circ}22'38.30''$ de longitud oeste. El clima predominante en este barranco es el cálido subhúmedo, presenta rocas de tipo metamórficas y suelos de tipo regosol, el uso de suelo que ocupa una mayor superficie es el pastizal.

Durante los recorridos de campo se pudieron observar algunos animales domésticos (cerdos) amarrados en los árboles que se encuentran a un costado del río, esto debido al microclima que proporciona el ambiente, lo que convierte al barranco en un recurso fundamental para la supervivencia de las familias que viven en los espacios adyacentes.

También se observaron peces que de acuerdo a los habitantes entrevistados son utilizados para el autoconsumo.

Imágenes 4.13 Cauce del Río Bado. Tejupilco, México



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

4.7 Barranco del Río Calderón y Barranco del Río Tenancingo

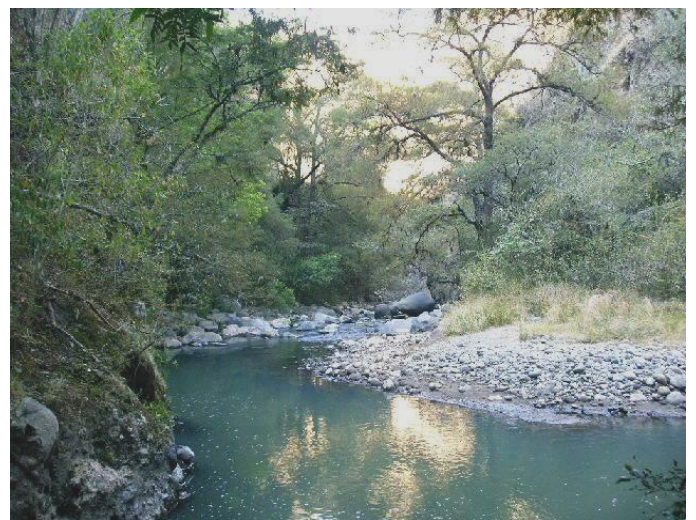
Ambos barrancos son considerados como parte del mismo sistema, localizado en la Subprovincia de Sierras y Valles Guerrerenses, y comprenden porciones de Villa Guerrero, Tenancingo, Zumpahuacan e Ixtapan de la Sal con una longitud de 34.7km y una profundidad aproximada de 400m. Los puntos de muestreo se realizaron en las coordenadas 18°50'46.29" de latitud norte 99°36'30.31" de longitud oeste y 18°50'39.29 de latitud norte y 99°37'23.08" de longitud oeste. El clima predominante en este sistema es el semicálido subhúmedo, presenta rocas de tipo sedimentaria, predominan los suelos de tipo vertisol, el uso de suelo es en su mayoría agrícola.

Este sistema representa un elemento cultural importante para la población, durante los recorridos en campo se entrevistó a 10 habitantes de asentamientos adyacentes a los barrancos, los cuales hicieron mención de los recursos que son extraídos para la subsistencia de sus familias.

En campo se observaron ambientes terrestres y acuáticos, recolección de plantas silvestres (raíces, tallos, cortezas, hojas, flores, frutos, semillas), preparación de alimentación con plantas y animales silvestres, tratamientos medicinales, elaboración de herramientas agrícolas, viviendas con partes de plantas extraídas de los barrancos, alimentación del

ganado, rituales y ceremonias con utilización de plantas silvestres, arvenses y cultivadas, uso de leña como combustible, así como la extracción de hongos, epifitas y bromeliáceas; y la captura de insectos, aves, pequeños mamíferos, peces y anfibios.

Imágenes 4.14 Elementos naturales en el barranco del Río Calderón. Municipio de Villa Guerrero, México



Fuente: Trabajo de campo, 2015.

4.8 Resultados generales

El sistema con mayor longitud corresponde al formado por el barranco del Río Temascaltepec y el del Río Chilero cuya longitud aproximada es de 68 kilómetros, el barranco con menor longitud está ubicado en el municipio de Oztoloapan con 2.1 kilómetros. La longitud total de los diez sistemas de barrancos es de 168.87 kilómetros.

Con relación a la profundidad de los sistemas de barrancos observados, se encontró que el barranco con mayor profundidad corresponde al del Río Tenancingo. La profundidad promedio de éste es de 400 metros. El punto de observación donde se registró el barranco con menor profundidad corresponde al del río Bado con 18 metros.

El barranco con mayor impacto en sus componentes es el río Bado, esto se relaciona con el factor proximidad, el cual se refiere a que el asentamiento humano El Guayabal, que se encuentra ubicado a menos de 5 metros. En el punto de observación, se encontraron animales domésticos muertos, diferentes envases de pet y bebidas alcohólicas, neumáticos, residuos de construcción (escombro) y fauna nociva (gatos y perros ferales), sin embargo, a pesar de estos elementos existen en el cauce del río animales acuáticos que son utilizados por las familias de las poblaciones cercanas como fuente de alimento, lo que demuestra las funciones ambientales y sociales de los sistemas de barrancos.

Respecto a la amplitud el río Bado, en el punto de observación registró una amplitud aproximada de 42 metros. El punto de observación donde se registró la menor amplitud corresponde al barranco ubicado en la comunidad de Agua Zarca, municipio de Oztoloapan con 15 metros.

Los sistemas de barrancos correspondiente al, río Tenancingo y Río Calderón tiene su origen en la pendiente sur del volcán Xinantecatl (Nevado de Toluca), los tres son afluentes importantes del Río Balsas, que desemboca en el Océano Pacífico. Al relacionar el origen de estos tres barrancos con el caudal y la temperatura del agua, se encontró que la temperatura de esta era menor en comparación con la de los otros seis barrancos. Al

registrar la temperatura en el punto de observación del río Temascaltepec, el termómetro marcó 8°C. En los otros dos ríos, la temperatura del agua fue de 10.5°C⁶.

Con relación al caudal en los barrancos observados, se encontró que este fue mayor en el barranco del río Temascaltepec. El menor caudal corresponde al barranco ubicado en la comunidad Agua Zarca, Otzoloapan. El día 10 y 11 de enero del año 2015, se realizó el último recorrido de observación en el barranco del Río Calderón, y Barranco del Río Tenancingo, se observó un mayor caudal en estos y se registró una menor temperatura. La pendiente sur del Volcán Xinantecatl se había deshielado, mientras la pendiente norte se encontraba aún cubierta con nieve. Este factor de deshielo está vinculado con el caudal y la temperatura de los tres barrancos que tienen su origen en esta porción del Volcán.

El componente sociocultural es importante en las condiciones ecológicas, ambientales e hidrológicas en las que se encuentran los sistemas de barrancos. Las personas entrevistadas informaron que de estos sistemas se extrae una amplia diversidad de materiales: rocas, arena, leña, madera, animales silvestres, plantas medicinales, plantas para la alimentación, plantas ornamentales y frutos, todos para el beneficio de las familias, en algunas cabeceras municipales se observó la comercialización de orquídeas, bromelias, cactáceas, heno y musgo, todos extraídos de los sistemas de barrancos, pues son los ambientes en donde prospera este tipo de organismos.

Los problemas más comunes al interior de los barrancos son la descarga de residuos líquidos y sólidos, tala clandestina, sobreexplotación de recursos naturales como plantas silvestres, tierra de monte, hongos, frutos, plantas con fines medicinales, ceremoniales y alimenticios, caza y captura de pequeños mamíferos, reptiles, aves y pesca de especies acuáticas. Estos problemas han traído como consecuencia la pérdida de elementos naturales, paisajísticos y ecológicos, lo cual afecta a los pobladores que viven cerca de los barrancos y que hacen uso de los recursos existentes para satisfacer sus necesidades básicas.

⁶ El día 7 de enero de 2015, el termómetro registró 6.5°C en el agua. Este factor está asociado con el deshielo en la pendiente sur del volcán Xinantecatl.

En cuanto a los animales representativos en los ambientes de barrancos del Sur del Estado de México, aún existe un número significativo de mamíferos, reptiles, anfibios, peces, aves e insectos, todos representativos del bosque tropical caducifolio. En campo fueron observados los siguientes animales: venado, conejo, víbora de cascabel, culebra de agua, ardilla, hurón, zopilote, águila, cuervo, codorniz, gavián, abejas, avispa, libélulas.

El sistema de barrancos es un complejo articulado (sistema abierto) integrado por agua, laderas, rocas, relieve, suelo, movimiento del agua, vegetales y animales acuáticos (subsistemas). Está representado por diferentes elementos todos integrados e interrelacionados, los elementos rectores (elementos principales) son el cauce y caudal de los ríos y arroyos. Los componentes en interacción generan una serie de conexiones, donde las acciones que se realizan en uno de los elementos integradores del sistema, puede repercutir en otro u otros. En los barrancos del Sur del Estado de México, la disposición inadecuada de residuos sólidos y líquidos, así como la deforestación son dos factores que provocan un impacto en los componentes de los barrancos, de forma principal al agua, la vegetación y los animales silvestres.

Las relaciones entre los elementos de un sistema y su ambiente son de vital importancia para la comprensión del comportamiento de sistemas vivos. Aunque los sistemas de barrancos del Sur del Estado de México no son sistemas vivos, de manera integrada contienen elementos bióticos que hacen interesante estudiarle como un todo (enfoque holístico). En el sistema hay relaciones entre las plantas con los animales silvestres, y estos dos componentes con el agua, el suelo, el clima, el relieve, con la estructura geológica y desde luego con los grupos humanos. El sistema está representado por diferentes elementos todos integrados e interrelacionados, lo que genera una serie de conexiones (Bertalanffy, 1987).

Los recursos naturales disponibles en los barrancos de Santo Tomas de los Plátanos, Oztoloapan, Villa Guerrero, Tenancingo, Ixtapan de la Sal, Zumpahuacan, Tonatico, Tejupilco e Ixtapan del Oro son utilizados por las familias que viven en las comunidades

cercanas, ya que son éstas quienes conocen la importancia de los barrancos, la diversidad de sus recursos naturales renovables y no renovables y los beneficios que proporcionan.

Los recursos naturales disponibles en los barrancos son manejados y utilizados de manera diferente por las familias. No todos los recursos existentes son utilizados, algunas familias, ni siquiera conocen el nombre de las plantas. Los recursos del barranco del Río Calderon y los del barranco de Santo Tomás de los Plátanos son los más conocidos y utilizados.

La información recopilada en las entrevistas y las observaciones directas en campo permitieron analizar lo siguiente: a) recolección de plantas silvestres (raíces, tallos, cortezas, hojas, flores, frutos, semillas), b) preparación de alimentación con plantas y animales silvestres, c) tratamientos medicinales⁷, d) elaboración de herramientas agrícolas, e) construcción de viviendas con partes de plantas, f) alimentación del ganado, g) uso de plantas para ritos rituales y ceremonias h) leña como combustible, i) extracción de hongos, epifitas y bromeliáceas, j) captura de insectos, aves, pequeños mamíferos, peces y anfibios.

En el sistema de barrancos, existen relaciones entre los diversos ambientes y las familias campesinas de las comunidades adyacentes, aún se observan elementos conservados del ambiente a pesar de su uso. Los impactos ambientales no siempre son originados por las comunidades locales, ya que estos barrancos al ser parte de un sistema, aguas arriba y debido a las características de las cuencas, otros asentamientos humanos ubicados en mayor altitud, descargan residuos sólidos y líquidos que provocan la contaminación del agua.

La vegetación natural también ha sido afectada por la tala clandestina de algunas especies arbóreas, las quemadas no controladas, el sobrepastoreo, y el hecho de que algunos campesinos tratan de incrementar la superficie limítrofe de sus parcelas, abriendo nuevos

⁷ Algunas plantas utilizadas en el tratamiento de personas enfermas son: Muicle (*Jacobinia spicigera*), Palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*), Flor de peña (*Selaginella rupestres*), Arrayán (*Eugenia fragrans*), Guaje (*Leucaena esculenta*), Cola de caballo (*Equisetum robustum*), Nopal (*Opuntia sp*), Ortiga (*Urtica dioica*), Cuachalalate (*Juliana adstringens*), Orégano (*Brickellia veronicaefolia*), Rosa de castilla (*Lippia callicarpaefolia*), Pericón (*Tagetes florida*), chapulixtle (*Dodonaea viscosa*), Hierba del golpe (*Oenothera simsiana*) y Salvia (*Buddleia albida*).

espacios naturales para el pastoreo y para el establecimiento de cultivos de especies agrícolas (agricultura de roza – tumba –quema).

La introducción de especies vegetales y animales que no son propias del ambiente de los barrancos, la concentración de actividades ilícitas y la fauna feral, son otros factores que afectan a la estructura y funcionamiento de los sistemas de barrancos, pero estos pueden ser controlados mediante acciones de restauración y gestión.

El análisis de la hemerobia se vio limitado por diversos factores, la zona de estudio se encuentra, de acuerdo a los habitantes de la región, en condiciones de inseguridad debido a grupos delictivos, lo cual, impidió realizar un análisis con mayor profundidad de las actividades antrópicas que han transformado el paisaje de los barrancos, por lo tanto únicamente se presentó la descripción general de las condiciones ambientales.

4.9 Propuestas de manejo

El manejo es relevante y urgente en los ambientes de barrancos, ya que de ello dependen otras actividades y acciones que propiciarán y complementarán la conservación y protección. En base a lo observado en los recorridos en campo, se elaboraron las siguientes propuestas.

- Fomentar la integridad del espacio geográfico de los sistemas de barrancos incluyendo sus componentes fisiográficos, ecológicos, biológicos, y paisajísticos, mediante la ejecución de actividades de prevención, vigilancia, control y restauración, esto con la finalidad de hacer cumplir la normatividad para protección de los ecosistemas y los procesos ecológicos
- Establecer concertación social y coordinación institucional para el establecimiento de un sistema de inspección y vigilancia permanente que favorezca la protección de los componentes de los sistemas de barrancas, la superficie actual y las condiciones del paisaje.
- Hacer partícipes a los habitantes que viven en entornos adyacentes a los barrancos para que se cumpla la normatividad y controlar los cambios de ocupación de uso del suelo.

- Evitar y controlar las acciones antrópicas que provocan impactos ambientales sobre los componentes de los barrancos y los asentamientos humanos adyacentes.
- Identificar y limitar los accesos a los sistemas de barrancos.
- Colocar señalamientos, preventivos, restrictivos e informativos.
- Proteger e incrementar la cubierta vegetal con especies propias de los ecosistemas de barrancos, para disminuir la fragilidad y vulnerabilidad de los ecosistemas
- Evitar y controlar la introducción, dispersión y distribución de especies invasoras y especies nocivas en los ecosistemas de los barrancos, esto con el propósito de recuperar el espacio y el hábitat de poblaciones silvestres y fomentar la continuidad de los procesos ecológicos.
- Manejar con técnicas agroecológicas la superficie de suelo ocupada con cultivos y el manejo de animales domésticos, esto con la finalidad de contribuir al cuidado de los recursos naturales
- Aplicar el enfoque sistémico para promover el manejo y uso sustentable de los recursos naturales existente en los barrancos, esto mediante estrategias de participación de dependencias gubernamentales.
- Gestionar el pago por la producción de servicios ambientales, para así propiciar el mejoramiento de los elementos de los barrancos.
- Recuperar, sanear y rehabilitar las condiciones de los componentes físicos, biológicos y ecológicos de los sistemas de barrancos para promoción de actividades recreativas y turísticas.
- Realizar un estudio de balance hidrológico para conocer la dinámica de los escurrimientos superficiales y el comportamiento de los acuíferos en los barrancos.
- Promover la formación del suelo en zonas críticas de los barrancos, mediante la aplicación de técnicas agroecológicas.

Es importante resaltar que el factor determinante para la efectividad de las propuestas anteriores es la participación social, ya que depende del interés y sobre todo del conocimiento con el que cuentan para fomentar las funciones ambientales y culturales de los sistemas de barrancos.

CONCLUSIONES Y DISCUSIONES

CUANDO EL
ÚLTIMO ÁRBOL SEA CORTADO,
EL ÚLTIMO RÍO ENVENENADO,
EL ÚLTIMO PEZ PESCADO,
SOLO ENTONCES EL HOMBRE DESCUBRIRÁ
QUE EL DINERO NO SE COME

CONCLUSIONES Y DISCUSIONES

Hasta el momento en el sistema de barrancos, existen relaciones entre los diversos ambientes y las familias campesinas de las comunidades adyacentes, visualizándose aun elementos conservados del ambiente a pesar de su uso y manejo. Sin embargo, en algunas áreas se observan impactos ambientales, ya que por sus condiciones paisajísticas, ambientales, ecológicas e hidrológicas; los impactos a los componentes de los barrancos son provocados de forma directa e indirecta por las actividades humanas de las familias que viven en comunidades adyacentes a estos sistemas.

La proximidad de los sistemas de barrancos del Sur del Estado de México con las comunidades habitadas por familias campesinas es un factor geográfico y sociocultural asociado con el impacto ambiental que presentan algunos de los barrancos. Estos ambientes se han convertido en depósitos de residuos sólidos y líquidos que se generan al interior de los asentamientos humanos, por lo que es común encontrar envases de vidrio y plástico, neumáticos, bolsas de plástico, animales muertos, latas de aluminio, residuos orgánicos agrícolas y domésticos.

La profundidad es un elemento importante en los sistemas de barrancos, pero al mismo tiempo representa, un factor que influye en la protección o impacto de los mismos, es decir, a menor profundidad es mayor el impacto ambiental y el grado de hemerobia, mientras que a mayor profundidad es mayor el grado de protección.

La profundidad de los barrancos condiciona el grado de protección de los mismos, pero, no es un factor determinante. Un factor asociado con el grado de hemerobia en los sistemas de barrancos es el acceso.

Si bien es cierto que los sistemas de barrancos proporcionan servicios a las familias de localidades adyacentes, se debe tener un control establecido, por ejemplo en la cacería, ya que si se efectúa de forma inmoderada las especies no continuarán con su ciclo afectando a todo el sistema.

No todos los grupos sociales que viven cerca de los ambientes de barrancos valoran la importancia de los barrancos, pues de algunos de éstos no se obtienen beneficios tangibles directos. Desde luego esta situación está vinculada con otros factores, por ejemplo, el difícil acceso, los riesgos para descender, la pendiente, la profundidad y la abundancia o escases de componentes biológicos importantes para la subsistencia. Por lo tanto, es necesario implementar programas de difusión de las diferentes funciones y elementos que se encuentran presentes en los sistemas de barrancos, con lo cual, se detendría o disminuiría el impacto.

Uno de los factores que dificultó el desarrollo de la investigación, es el que no se cuente con una definición precisa de lo que es un barranco, es decir, no se establecen los criterios suficientes para distinguir un barranco de un “río profundo”, no se encuentra establecido cual es la profundidad, la pendiente o los elementos que se deben encontrar en un sistema de barranco, por lo que se propone una investigación que se enfoque a la clasificación de los mismos. Otro elemento a considerar es que los barrancos deben ser considerados en la cartografía, ya que son representados con las características superficiales y no se considera la porción más profunda.

Son escasas las investigaciones que se han realizado en los ambientes de barrancos, pues no todos los investigadores o estudiantes interesados en realizar estudios poseen la capacidad física para ingresar y recorrer estos ambientes, aun existiendo interés, las personas no siempre se exponen al riesgo y peligro. Por esta razón, los sistemas de barrancos son ambientes poco estudiados por los geógrafos y otros profesionales de las ciencias sociales y ambientales. Algunos de los peligros encontrados en el desarrollo de esta investigación, van desde resbalar por alguna de las paredes del barranco, hasta la prohibición del acceso por grupos que se han apropiado de estos espacios.

Es importante que los especialistas en la ciencia de la geografía busquen otros espacios para el desarrollo de investigaciones, pues el estudio de los barrancos se ha enfocado a cuestiones geomorfológicas, sin considerar que poseen una amplia diversidad de ambientes que desempeñan funciones desde el campo de lo ecológico hasta lo cultural. Con base en

este razonamiento, se considera relevante emprender acciones para que a corto y mediano plazo otros estudiosos de la geografía realicen investigaciones que permitan entender de manera global (holística) la estructura, organización, funcionamiento e importancia de los sistemas de barrancos, partiendo de la unidad de estudio llamada ecosistema.

Solo en el Barranco de Santo de los Plátanos y el barranco de San Martín Otzoloapan se práctica la agricultura (fruticultura). En las orillas del río, entre los espacios no ocupados por rocas y entre ambientes húmedos, las familias que viven en comunidades rurales de los dos Municipios cultivan más de diez especies diferentes de árboles, arbustos y herbáceas: mamey, mango, aguacate, plátano, zapote negro, ciruela mexicana, tamarindo, naranja, lima, mandarina, limón, papaya, calabaza, chile, guaje. Los productos obtenidos son utilizados en la alimentación de la familia y los excedentes son comercializados en los mercados locales.

A pesar de que algunos autores han demostrado la importancia de sus funciones, no se han diseñado ni aplicado propuestas para su protección y posible decreto como áreas naturales protegidas. Es urgente gestionar su decreto ante las dependencias federales, estatales y municipales, pues de esta manera se puede fomentar su preservación y desde luego, favorecer la continuidad de los procesos ecológicos. Aunado a esto se debe considerar el factor sistémico de los barrancos, es decir, no es suficiente con proteger el barranco como tal, se deben establecer técnicas para no degradar sus funciones a través de diferentes residuos, deforestación o eliminación de especies.

Los barrancos, constituyen ambientes importantes y no sólo se les debe considerar como tierras inhóspitas, pues además, de ser un espacio que por sus condiciones contiene varios ecosistemas, es una reserva potencial futura de alimentos para algunas familias rurales, pero, es necesario consolidar estrategias, para fomentar su protección debido a que se empiezan a visualizar problemas de impacto ambiental, una de estas, sería iniciar acciones de restauración ambiental y ecológica, ya que en las condiciones en que se encuentran no es pertinente gestionar su decreto como áreas naturales protegidas.

Desde el punto de vista geográfico, ambiental, ecológico, paisajístico, hidrológico, sociocultural y económico, el sistema de barrancos es multifuncional, pues en sus ambientes se encuentra una amplia diversidad de recursos naturales que en algunos casos son utilizados de manera racional por los habitantes de las comunidades adyacentes. Su importancia se centra en la diversidad de microclimas, biodiversidad, paisajes, ríos, diversidad de ambientes, recreación de los pobladores, recarga de acuíferos, historia ambiental y morfoestructuras.

La propuesta de gestión para el decreto de los barrancos como áreas naturales protegidas debe diseñarse con relación a los elementos geográficos, geomorfológicos, paisajísticos, topográficos, climáticos, hidrológicos, agroecológicos, biológicos y socioculturales, éstos tienen potencialidad para diversos fines, además, los accesos hasta las áreas más profundas de los barrancos representan indicadores que favorecerían su protección. Los barrancos del Sur del Estado de México representan un elemento natural de trascendencia para las familias que habitan cerca de ellos, toda vez que, la diversidad de ecosistemas existentes, es una reserva de recursos para la subsistencia familiar.

Bibliografía

- Bassols, Á. (1983). *México: formación de regiones económicas*. México: UNAM.
- Bertrand, G. (1968). Paysage at géographie physique globale. *Géographie des Pyrénées et du Sud-Ouest*.
- Berutchachvili, N., & Bertrand, G. (1978). Le géosistème ou (système territorial naturel). *Revue Géographique des Pyrenées et du Sud-Ouest*, 167-180.
- Bocco, G., Urquillo, P., & Vieyra, A. (2011). *Geografía y ambiente en América Latina*. México: UNAM.
- Campa, M. F., Ramírez, J., Flores, R., & Coney, P. (1980). *Conjuntos estratotectónicos del occidente de Guerrero y oriente de Michoacán*. México: Resúmenes de la V Convención Geológica Nacional.
- Castaño, F. (2007). Teoría General de Sistemas. *Universidad abierta y a distancia UNAD*.
- Dajous, R. (2002). *Tratado de Ecología*. Madrid: Multi Prensa.
- De Bolós, M. (1992). *Manual de la ciencia del paisaje*. Barcelona: Masson.
- De Cserna, Z. (1965). *Reconocimiento geológico en la Sierra Madre del Sur de México, entre Chilpancingo y Acapulco, Estado de Guerrero*. México: Boletín del Instituto de Geología, UNAM.
- Espinosa, L. M. (2000). *Geomorfología del noreste del Nevado de Toluca, México*. México D.F: Tesis de Maestría, UNAM.
- Federal, P. A. (2000). Ley ambiental del Distrito Federal.
- García, G. (2012). *Análisis del grado de hemerobia en la cuenca de Toluca*. Toluca: Tesis de Maestría, UAEM.
- García, J. R., Torres, M., & Jaramillo, F. (15 de Diciembre de 2014). *Las barrancas de cuernavaca*. Obtenido de Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático: http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgipea/pon_barranca_cuernavaca.pdf
- Gómez, M. C. (2002). *Métodos y técnicas de la cartografía temática*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- González, A. (1997). *La influencia de la Antropología Estadounidense en México: el caso de la ecología cultural*. México: UNAM.
- González, J., & Hernández, Z. (2003). *Paradigmas emergentes y métodos de investigación en el campo de la orientación*. Valencia.

- Haggett, P. (1975). *Geography: a modern synthesis*. Nueva York: Harper and Row.
- Heine, K. (1971). Informe preliminar sobre actividades de investigación geomorfológica: morfología del valle del Atoyac. *Comunicaciones*, 1-7.
- Higuera, A. (2003). *Teoría y método de la geografía: introducción al análisis geográfico regional*. España: Prensas universitarias de Zaragoza.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática . (2000). *Geología de la República Mexicana*. México: UNAM.
- Juan, J. I. (2006). *Multifuncionalidad de los sistemas de barrancos en México. Análisis geográfico, ecológico y cultural*. Argentina: Dunken.
- Juan, J. I. (2013). Manejo de recursos naturales y procesos agrícolas para el turismo campesino en un Ejido de transición ecológica de México. (Primera parte). *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 327-342.
- Juan, J. I., Gutiérrez, J. G., García, I. E., Ramírez, Á., Baró, J. E., Pozas, J. G., . . . Vilchis, A. (2014). *Conservación y manejo de un área natural protegida del Valle de México. Barranca El Huizachal, Barranca Plan de la Zanja y Barranca Santa Cruz. Análisis espacial, económico y ambiental*. España: Eumed.
- Juan, J. I., Monroy, J., Gutiérrez, J. G., Antonio, X., & Balderas, M. Á. (2009). Los sistemas de barrancos mexicanos, un recurso potencial para el turismo alternativo. El caso del río Calderón, Estado de México. *El periplo sustentable*.
- King, C. (1990). *Geografía Física*. Madrid: Oikos Tau.
- Leff, E. (1986). *Ecología y Capital*. México: UNAM.
- Leyes y Códigos de México. (2001). *Ley Agraria y Ley Orgánica de los Tribunales Agrarios. Disposiciones*. México: Porrúa.
- Lugo, J. (1989). *Diccionario Geomorfológico*. México: UNAM.
- Martínez, J. (2000). Cartografía de la actividad erosiva de barrancos a partir de imágenes de teledetección. *Revista de teledetección*.
- Martínez, W. (2004). Estudio integrado del grado de antropización a escala del paisaje: propuesta metodológica y evaluación. *ANTROPOS*, 1-20.
- Mateo, J. (1984). *Apuntes de Geografía de los Paisajes*. Imprenta Andre Voisin.
- Mateo, J. (1991). *Geoecología de los Paisajes. Apuntes para un curso de postgrado*. Venezuela: Universidad de los Andes.

- Mateo, J. (2002). *Geografía de los paisajes. Primera parte: paisajes naturales*. La Habana: Universidad de la Habana.
- Medina, A., Salazar, T., & Álvarez, J. (21 de Enero de 2015). *Fisiografía y suelos*. Obtenido de <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/9647/1/01FISIOGRAFIAAUTORES.pdf>
- Naturales, S. d. (20 de Diciembre de 2014). *Instituto Nacional de Ecología*. Obtenido de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/443/cap2.html>
- Odum, E. (1985). *Ecología*. México: Interamericana.
- Pérez, A. (2007). *El método comparativo: Fundamentos y desarrollos recientes*. USA: Departamento de ciencia política. Universidad de Pittsburgh.
- Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal. (2001). *Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal*. México.
- Rougerie, G., & Berutchachvilli, N. (1991). *Geosystemes et paysages. Bilan et methods*. París: Armand Colin.
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. México: Limusa.
- Sadi, N. (1987). *Reflexiones sobre la Potencia Motriz del Fuego*. (J. O. Ordoñez, Trad.) Alianza.
- Schimd, C., & Young, P. (1981). Las técnicas de la investigación social. Capítulo XIV: El método ecológico en la investigación social. *Revsta Mexicana de Sociología*, 283-316.
- Servín, J. (2000). *Sistemas de cultivo en una barranca: el caso de Xopilapa en Veracruz Central*. México: Tesis de Maestría, Universidad Iberoamericana.
- Smuts, J. C. (1926). *Holism and evolution*. London: Macmillan.
- SSP, S. d. (1981). *Síntesis Geográfica del Estado de México*. México: Coordinación general de los servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática.
- Steward, H. (1955). *Theory of Culture Change. The Methodology of multilineal Evolution*. USA: University of Illinois Press Urbana.
- Stoll, A. (2007). *Hemerobia: una medida para evaluar el estado de conservación de comunidades vegetales nativas*. Chile: Chloris Chilensis.
- Turner, M., Gardner, R., & O'Neill, R. (2001). *Landscape ecology in theory and practice: Pattern and process*. Nueva York: Springer Verlag.
- UAEM, U. A. (2002). *Programa de Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca Amanalco-Valle de Bravo*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Union, I. G. (1983). *Terminology and concepts in Landscape Synthesis*. Helsinki: UGI.

Van Gigch, J. O. (1981). *Teoría general de sistemas aplicada*. México: Trillas.

Vidal, R., Campa, M. F., & Alencaster, G. (1980). *El conjunto Petrotectónico de Zihuatanejo, Guerrero-Coalcomán, Michoacán*. México: Soc. Geol. Mexicana.

Von Bertalanffy, L. (1950). An Outline of General System Theory. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 134-165.

Von Bertalanffy, L. (1987). *Teoría general de los sistemas*. México: Fondo de Cultura Económica.

ANEXO
ESPECIES VEGETALES EN EL SUR
DEL ESTADO DE MÉXICO

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<i>Acacia cymbispina</i>	Huizcolote	<i>Carica mexicana</i>	bonete
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	<i>Carpinus caroliniana</i>	
<i>Acacia pennatula</i>	Tepame	<i>Carpinus sp</i>	
<i>Acacia sp</i>	Acacia	<i>Cassia pringlei</i>	
<i>Alnus firmifolia</i>	Aile	<i>Cassia sp</i>	
<i>Alnus jorullensis</i>	Aile	<i>Ceiba pentandra</i>	pochote
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Zorrillo	<i>Ceiba sp</i>	
<i>Amphipterygium adstringens</i>	Cuachalala	<i>Celeastrus pringlei</i>	quebracho
<i>Andirea galeotina</i>	Cedro, táscate	<i>Cercocarpus sp</i>	
<i>Andropogon hirtiflorus</i>		<i>Clethra mexicana</i>	
<i>Arbutus glandulosa</i>	Madroño	<i>Clethra sp</i>	mamahuastle
<i>Arbutus sp</i>		<i>Cleyera mexicana</i>	
<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	<i>Cordia sp</i>	cueramo
<i>Arctostaphylos polofolia</i>		<i>Crataegus sp</i>	tejecotillo
<i>Arctostaphylos sp</i>		<i>Crescentia alata</i>	cirian
<i>Bauhinia sp</i>		<i>Croton sp</i>	
<i>Boconia arborea</i>		<i>Dalea sp</i>	
<i>Bouteloua filiformis</i>	Pasto	<i>Dodonaea viscosa</i>	chapul, jarilla
<i>Bouteloua spp</i>	Pasto	<i>Estrato arbustivo</i>	
<i>Bursera excelsa</i>	Copal	<i>Ficus sp</i>	amate
<i>Bursera fagoroides</i>	Cebolleta	<i>Fraxinus uhdei</i>	fresno
<i>Bursera simuraba</i>	Cuajilote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	guacima
<i>Bursera sp</i>	Copal	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	brasil
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	<i>Heliocarpus occidentalis</i>	
<i>Caesalpinia sp</i>		<i>Ipomoea murocoides</i>	casahuate
<i>Calliandra anomaca</i>		<i>Ipomoea sp</i>	casahuate
<i>Capparis sp</i>		<i>Ipomoea urocoides</i>	casahuate

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	Casahuate	<i>Quercus laurina</i>	encino
<i>Juniperus flaccida</i>	cedro, táscate	<i>Quercus magnoliifolia</i>	encino
<i>Juniperus sp</i>		<i>Quercus microphylla</i>	encino
<i>Justicia sp</i>	Eucalipto	<i>Quercus scytophylla</i>	encino
<i>Karwinskia humboldtiana</i>		<i>Quercus sp</i>	encino
<i>Karwinskia sp</i>		<i>Quercus urbani</i>	encino
<i>Leucaena sp</i>	Guaje	<i>Randia cinerea</i>	
<i>Leucothoe mexicana</i>		<i>Randia sp</i>	
<i>Lippia calicarpaefolia</i>		<i>Rhus sp</i>	
<i>Lonchocarpus sp</i>	palo de aro	<i>Rubus adenotrichus</i>	
<i>Lupinus sp</i>		<i>Salvia polystacgya</i>	
<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Tepeguaje	<i>Senecio salignus</i>	
<i>Lysiloma sp</i>		<i>Serjania paniculata</i>	
<i>Lysiloma tergemina</i>	Tepeguaje	<i>Simplocos prionophylla</i>	
<i>Marssonia</i>		<i>Smilax pringlei</i>	zarzaparrilla
<i>Mimosa sp</i>		<i>Solanum cervantessi</i>	
<i>Oreopanax</i>	Candelerillo	<i>Spondias purpurea</i>	ciruelo
<i>Oreopanax xalapensis</i>		<i>Spondias sp</i>	ciruelo
<i>Pinus Douglasiana</i>	Pino	<i>Stemmadenia bella</i>	
<i>Pinus leiophylla</i>	Pini blanco	<i>Tagetes tenuifolia</i>	
<i>Pinus michoacaba</i>	pini real, ocote	<i>Ternstroemia pringlei</i>	tila
<i>Pinus oocarpa</i>	pino trompillo	<i>Ternstroemia sp</i>	
<i>Pinus sp</i>		<i>Thevetia tevetioides</i>	yoyote
<i>Pisonia aculeata</i>		<i>Trichilia havanensis</i>	coyol
<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	<i>Verbesina sp</i>	
<i>Pithecellobium sp</i>	guaje blanco	<i>Verbesina virgata</i>	
<i>Prunus serotina</i>		<i>Vernonia canescens</i>	
<i>Pseudomdingium perniciosum</i>	Copal	<i>Vitex pyramidata</i>	
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	<i>Vitex sp</i>	
<i>Pterocarpus sp</i>		<i>Vitis Bourgaeana</i>	jua silvestre
<i>Quercus castanea</i>	Encino	<i>Ziziphus amole</i>	
<i>Quercus centralis</i>	Encino		

Fuente: Elaboración propia con base en SSP, 1981 y trabajo de campo, 2014.