

00376

9



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**"SÍNTESIS DE LAS UNIDADES AMBIENTALES BIOFÍSICAS DE
LA SUBCUENCA DEL RÍO COLOTEPEC, EDO. DE MORELOS,
MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ENFOQUE
GEOMORFOLÓGICO Y UN SIG"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

(Ecología y Ciencias Ambientales)

P R E S E N T A

FIDEL MARTÍNEZ GARCÍA

**DIRECTOR DE TESIS: DR. JORGE LÓPEZ BLANCO,
INSTITUTO DE GEOGRAFÍA.**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

AL DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Jorge López Blanco,

... Por la oportunidad que me dio de conocer el campo de la geomorfología.

Asimismo, por su valiosa orientación, tolerancia y paciencia durante el proceso.

AL COMITÉ TUTORIAL:

Dr. José Luis Palacio Prieto 1

Dr. Alfonso Valiente Banuet 2

M. en C. Rafael Monroy Martínez 3

AL GRUPO DE SINODALES:

Dra. Lucía Oralia Almeida Leñero 4

M. en C. Jaime Jiménez Ramírez 4

Dra. María de Lourdes Villers Ruiz 5

Dra. Rosa Irma Trejo Vázquez 1

Dr. Arturo García Romero 1

Dr. Lorenzo Vázquez Selem 1

... A todos ellos por sus acertados comentarios que me permitieron desarrollar una mejor investigación.

A mi hermano, Felix Martínez García y a Andrés Suasto A., por la valiosa ayuda que me dieron durante el trabajo de campo; sin su participación hubiera sido muy ardua la realización de esta actividad.

A la Comisión Federal de Electricidad en lo general y en lo particular al Centro de Anteproyectos del Pacífico Sur, representado por el **Ing. Ernesto R. Zurutuza Vera**, Jefe del Centro, por el apoyo y facilidades otorgadas.

*A mis **amigos** por sus muestras de aliento,
pero también a las personas hostiles,
porque con sus comentarios y críticas,
también me impulsaron a seguir adelante.*

1 Instituto de Geografía de la UNAM

2 Instituto de Ecología de la UNAM.

3 Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEMor.

4 Facultad de Ciencias de la UNAM

5 Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM



DEDICATORIA

A mi esposa e hijos:

Magdalena Gutiérrez Rivera

Omar Martínez Gutiérrez

Andrés Martínez Gutiérrez

... Perdón por los momentos que no pudimos disfrutar juntos.

A mi madre y mi padre:

Sra. Esther García López

Sr. Crisóforo Martínez Rojo

... Les doy las gracias por la oportunidad de vivir

A la memoria de dos hombres con verdadera vocación de biólogos:

Jorge Camargo

Raúl Mendieta Carrión

... Por los conocimientos que me transmitieron

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Contenido general

Tablas y figuras	2
Resumen	3
Summary	3
1. INTRODUCCIÓN	4
2. ANTECEDENTES	4
2.1. La delimitación ecológica regional	5
2.2. La unidad ambiental.....	5
2.3. La delimitación de unidades ambientales	5
2.4. Regionalización en la subcuenca del Río Colotepec	7
3. OBJETIVOS	8
3.1. General	8
3.2. Particular	8
4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	8
4.1. Delimitación política de la subcuenca	8
4.2. Medio Físico	12
4.2.1. Geología.....	12
4.2.2. Climatología	13
4.2.3. Geomorfología.....	17
4.2.4. Edafología.....	17
4.2.5. Hidrografía.....	18
4.3. Medio Natural.....	18
4.3.1. Vegetación.....	18
5. MÉTODO	23
5.1. Caracterización de las unidades ambientales biofísicas	24
5.1.1. Delimitación	24
5.1.2. Delineación de unidades mayores.....	29
5.2. Descripción del entorno natural.....	29
6. RESULTADOS	32
6.1. Regionalización y unidades ambientales biofísicas de la subcuenca	32
6.1.1. UM 1. Laderas de montaña "Zempoala Tlalli Ajusco"	32
6.1.2. UM 2. Laderas de montaña "Tres Mariás-Mezontepec".....	43
6.1.3. UM 3. Laderas de montaña "El Pelado-Tabaquillo-La Gloria".....	46
6.1.4. UM 4. Piedemonte "Cuemavaca-Buenavista".....	51
6.1.5. UM 5. Lomeríos "Tres de Mayo-Atlacholoaya".....	57
6.1.6. UM 6. Lomeríos de "Acatlpa".....	59
6.1.7. UM 7. Lomeríos "Cerro de Colotepec".....	60
6.1.8. UM 8. Planicies "Alpuyeca-Jojutla"	62
6.2. Factores de riesgo de los recursos forestales de la subcuenca.....	76
6.3. La influencia de la dinámica socioeconómica y crecimiento poblacional en el estado actual en la subcuenca	76
6.4. Riesgos naturales.....	79
7. DISCUSIÓN	80
7.1. Los objetivos del estudio y el enfoque geomorfológico.....	80
7.2. Índices e indicadores ambientales.....	81
8. CONCLUSIONES	82
8.1. Del enfoque geomorfológico.....	82
8.2. De los programas informáticos utilizados	83
8.3. De la condición ambiental global de la subcuenca	83
LITERATURA	84
CARTOGRAFÍA Y FOTOGRAFÍA AÉREA	87
GLOSARIO DE TÉRMINOS	88

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Índice de tablas y figuras

Tablas

Tabla 1. Importancia de los mapas geomorfológicos	7
Tabla 2. Descripción general de los municipios presentes dentro de la subcuenca	9
Tabla 3. Características climáticas en la subcuenca del Río Colotepec	13
Tabla 4. Resumen de las unidades ambientales biofísicas de la UM 1. Laderas de montaña "Zempoala Tlalli Ajusco".	41
Tabla 5. Determinación del Índice de Dominancia en seis sitios de muestreo dentro de la UM 1. Laderas de montaña "Zempoala Tlalli Ajusco".	42
Tabla 6. Cobertura en hectáreas por uso del suelo en la UM 1. Laderas de montaña "Zempoala Tlalli Ajusco".	43
Tabla 7. Resumen de las unidades ambientales biofísicas de la UM 2. Laderas de montaña "Tres Marias-Mezontepec".	43
Tabla 8. Determinación del Índice de Dominancia en cuatro sitios de muestreo dentro de la UM 2. Laderas de montaña "Tres Marias-Mezontepec".	45
Tabla 9. Cobertura en hectáreas por uso del suelo en la UM 2. Laderas de montaña "Tres Marias-Mezontepec".	46
Tabla 10. Resumen de las unidades ambientales biofísicas de la UM 3. Laderas de montaña "El Pelado-Tabaquillo-La Gloria".	46
Tabla 11. Determinación del Índice de Dominancia en cinco sitios de muestreo dentro de la UM 3. Laderas de montaña "El Pelado-Tabaquillo-La Gloria".	48
Tabla 12. Cobertura en hectáreas por uso del suelo en la UM 3. Laderas de montaña "El Pelado-Tabaquillo-La Gloria".	51
Tabla 13. Resumen de las unidades ambientales biofísicas de la UM 4. Piedemonte "Cuernavaca-Buenavista".	52
Tabla 14. Determinación del Índice de Dominancia en 10 sitios de muestreo dentro del UM 4. Piedemonte "Cuernavaca-Buenavista".	54
Tabla 15. Cobertura en hectáreas por uso del suelo en la UM 4. Piedemonte "Cuernavaca-Buenavista".	56
Tabla 16. Resumen de las unidades ambientales biofísicas de la UM 5. Lomeríos "Tres de Mayo-Atlacholaya".	57
Tabla 17. Determinación del Índice de Dominancia en dos sitios de muestreo dentro del UM 5. Lomeríos "Tres de Mayo-Atlacholaya".	58
Tabla 18. Cobertura en hectáreas por uso del suelo en la UM 5. Lomeríos "Tres de Mayo-Atlacholaya".	58
Tabla 19. Resumen de las unidades ambientales biofísicas de la UM 6. Lomeríos de "Acatlpa".	59
Tabla 20. Cobertura en hectáreas por uso del suelo en la UM 6. Lomeríos de "Acatlpa".	59
Tabla 21. Resumen de las unidades ambientales biofísicas de la UM 7. Lomeríos "Cerro de Colotepec".	60
Tabla 22. Determinación del Índice de Dominancia en seis sitios de muestreo dentro del UM 7. Lomeríos "Cerro de Colotepec".	61
Tabla 23. Cobertura en hectáreas por uso del suelo en la UM 7. Lomeríos "Cerro de Colotepec".	62
Tabla 24. Resumen de las unidades ambientales biofísicas de la UM 8. Planicies "Alpuyeca-Jojutla".	63
Tabla 25. Cobertura en hectáreas por uso del suelo en la UM 8. Planicies "Alpuyeca-Jojutla".	65
Tabla 26. Síntesis de las unidades ambientales biofísicas de la subcuenca del Río Colotepec, Edo. de Morelos 6.2. Los incendios y sus consecuencias en los recursos forestales de la subcuenca	66
Tabla 27. Área involucrada en las unidades mayores 1, 2, 3 y 4, por incendios durante 1998.	76
Tabla 28. Causas asociadas a los incendios.	76
Tabla 29. Cobertura municipal por unidad mayor del área conurbada.	77

Figuras

Figura 1. Localización del área de estudio.	10
Figura 2. Delimitación municipal.	11
Figura 3. Mapa de unidades geológicas.	14
Figura 4. Mapa de unidades litológicas.	15
Figura 5. Mapa de unidades climáticas.	16
Figura 6. Mapa de unidades de suelo.	19
Figura 7. Mapa de usos del suelo y vegetación.	21
Figura 8. Distribución de los tipos de Vegetación, Subcuenca del Río Colotepec, Edo. de Morelos.	22
Figura 9. Proceso de caracterización del entorno natural de la subcuenca.	25
Figura 10. Delimitación de las unidades ambientales biofísicas: acopio de información y fotointerpretación.	26
Figura 11. Delimitación de las unidades ambientales biofísicas: procesamiento de la información y resultados.	27
Figura 12. Proceso de fotointerpretación y delimitación de unidades ambientales biofísicas.	31
Figura 13. Captura en pantalla de la delimitación de las unidades ambientales biofísicas.	31
Figura 14. Captura en pantalla de la base temática de topografía.	31
Figura 15. Generación del modelo de relieve sombreado con el SIG ILWIS.	31
Figura 16. Mapa de relieve sombreado.	33
Figura 17. Mapa de regionalización.	34
Figura 18. Mapa de unidades ambientales biofísicas, unidades mayores 1,2 y 3.	35
Figura 19. Mapa de unidades ambientales biofísicas, unidades mayores 4 y 6.	36
Figura 20. Mapa de unidades ambientales biofísicas, unidades mayores 5, 7 y 8.	37
Figura 21. Mapa de pendientes.	38
Figura 22. Mapa de altitudes.	39
Figura 23. Tipos de relieve de la Subcuenca del Río Colotepec, Edo. de Morelos.	40
Figura 24. Comportamiento de los datos hidrométricos y de los materiales de acarreo en suspensión de las estaciones Alpuyeca, Temixco y Zacatepec, Estado de Morelos.	65
Figura 25. Tasas de crecimiento en el área conurbada entre 1980 - 1990.	77
Figura 26. Crecimiento poblacional por municipio.	78
Figura 27. Crecimiento poblacional en la zona conurbada.	78
Figura 28. Población ocupada por actividad económica en el municipio de Cuernavaca, Mor.	79
Figura 29. Condición ambiental global de la subcuenca del Río Colotepec.	83

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Resumen

La investigación presentada corresponde a la realización de una síntesis de unidades ambientales biofísicas de la subcuenca del Río Colotepec. El área de estudio tiene una extensión de 69752 hectáreas (697.52 km²) y se ubica en la parte Sur de la Delegación Tlalpan, Distrito Federal; Este del Edo. de México y Norte del Edo. de Morelos, la mayor extensión se ubica en este último con el 84%. Sus límites extremos son al Norte el Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan, y al Sur el poblado de Jojutla, municipio del mismo nombre, en el Edo. de Morelos, desembocadura de la subcuenca.

Por medio de la aplicación del enfoque geomorfológico y criterios de geomorfología analítica y sintética fueron delimitadas 305 unidades ambientales biofísicas (nivel jerárquico más particular formulado en el proceso de regionalización ecológica), a partir de cuatro características del relieve: origen, tipo y clase del relieve, así como la temporalidad de las rocas. La delimitación de las unidades ambientales consideró información geomorfológica de carácter cualitativo y descriptivo (pendiente, altura relativa, altitud y área). Además de información de los factores del paisaje como geología, clima, relieve, litología, edafología, hidrología y vegetación, dando como resultado *una síntesis del paisaje y como producto un mapa geomorfológico*.

Con base en criterios geológicos, geomorfológicos, climáticos y de vegetación, las 305 unidades ambientales se definieron ocho unidades mayores cuya toponimia se asocia con el poblado o poblados más cercanos y rasgo del relieve más dominante. Las unidades mayores fueron: ST 1. Laderas de montaña "Zempoala Tlalli Ajusco" (5825 has, 8.4%); ST 2. Laderas de montaña "Tres Marías-Mezontepec" (5440 has, 7.8%); ST 3. Laderas de montaña "El Pelado-Tabaquillo-La Gloria" (17748 has, 25.4%); ST 4. Piedemonte "Cuernavaca-Buenavista" (20272 has, 29.0%); ST 5. Lomeríos "Tres de Mayo -Atlacholaya" (6402 has, 9.2%); ST 6. Lomeríos de "Acatlipa" (337 has, 0.5%); ST 7. Lomeríos del "Cerro de Colotepec" (3148 has, 4.5%); y ST 8. Planicies de "Alpuyeca-Jojutla" (10580 has, 15.2%).

En el documento se incluye la descripción del enfoque geomorfológico establecido por el ITC de los países bajos; las ventajas de su utilización; descripción de los tres tipos de levantamiento que considera el enfoque geomorfológico e importancia de los mapas derivados.

Asimismo, describe el método empleado para la caracterización de las unidades ambientales, detallando el procedimiento utilizado en el proceso de delimitación de las unidades ambientales biofísicas y unidades mayores; además se incluye el método usado en la descripción del entorno natural.

Summary

The presented research corresponds to the accomplishment of an environmental biophysics units synthesis of the sub-basin of the Colotepec River. The study area has an extension of 69752 hectares (697.52 square kilometers) and is located in the south part of the Delegation Tlalpan, Federal District; east of the State of Mexico and north of the State of Morelos, the greater extension is located in this last with 84%. Its extreme limits are to the north the "Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegation Tlalpan, Federal District, and to the south of the Jojutla city, municipality of the same name, in the State of Morelos, outlet of the sub-basin.

By means of the geomorphologic survey application and criteria of analytical and synthetic geomorphology were delimited 305 environmental biophysics units (hierarchical level more particular formulated in the process of ecological boundary), based on four characteristic of the relief: origin, type and class of the relief, and the rocks temporality. The environmental units delimiting considered geomorphologic information of descriptive and qualitative character (slope, height, altitude and area). Furthermore information of the landscape factors as geology, climate, relief, litology, soils, hydrology and vegetation, giving as a result a synthesis of the landscape and as product a geomorphologic map.

Based on criteria of geology, geomorphology, climate and vegetation, the environmental units were grouped in eight greater units whose classification is associated with the town or nearest towns and feature of the relief more dominant. The greater units were: GU 1. Mountain hillsides "Zempoala Tlalli Ajusco" (5825 has, 8.4%); GU 2. Mountain hillsides "Tres Marías-Mezontepec" (5440 has, 7.8%); GU 3. Mountain hillsides "El Pelado-Tabaquillo-La Gloria" (17748 has, 25.4%); GU 4. Piedemonte "Cuernavaca-Buenavista" (20272 has, 29.0%); GU 5. Hills "Tres de Mayo -Atlacholaya" (6402 has, 9.2%); GU 6. Hills of "Acatlipa" (337 has, 0.5%); GU 7. Hills of "Cerro de Colotepec" (3148 has, 4.5%); and GU 8. Plains of "Alpuyeca-Jojutla" (10580 has, 15.2).

In the document, the description of the geomorphologic survey established by the ITC, the Netherlands is included; as well the advantages of its utilization; the description of the three types of geomorphologic survey considered and importance of the maps derived.

The description of the method employed for the environmental units characterization, detailing the procedure used in the delimiting process of the morphogenetic units and greater units are included also; in addition to method used in the description of the natural environment.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la preocupación por los problemas ambientales ha crecido como consecuencia de un deterioro acelerado de la calidad del entorno natural, que después de casi cinco décadas de explotación intensa y acelerada de los ecosistemas en el ámbito mundial, muestran grados significativos de perturbación, signos que ya se perciben como importantes señales de desastre.

Son ejemplos de esto, el aumento de florecimientos de algas en cuerpos de agua por las sustancias tóxicas y nutrientes; calentamiento de los mares y muerte en arrecifes marinos; sobrepesca, 40% mayor a la producción de peces por el mar; amenaza a la biodiversidad por destrucción de lagos y ríos por contaminantes, aguas residuales y otros efluentes; devastación de hábitats por el drenado de los pantanos en el ámbito mundial; extracción excesiva de agua de los ríos lo que causa su agotamiento antes de llegar al mar; alteración del equilibrio local por la introducción de plantas exóticas; muerte de organismos útiles, contaminación de ríos subterráneos y creación de zonas muertas en los océanos por la presencia de productos químicos; degradación de suelos por inadecuadas prácticas agrícolas; agotamiento de ríos e incremento en la salinidad en los suelos por la sobrecarga de acuíferos; cambio de grandes extensiones de terreno a tierras agrícolas y zonas urbanas; afectación del 80% de los pastizales mundiales por el deterioro de los suelos (Linden, 2000).

La planeación del desarrollo económico de México hasta hace unos años no incorporaba las variables ambientales, lo que fomentó un crecimiento desordenado con el uso de tecnologías y formas de manejo de recursos que generaron contaminación y deterioro de los ecosistemas, con efectos negativos que se están manifestando en la actualidad.

Desde 1988 la limitada aplicación de la normatividad ambiental ha favorecido la desaparición de selvas y bosques; generación de procesos erosivos en varios casos irreversibles y la contaminación de los recursos hídricos del país, por mencionar algunos ejemplos (SEDUE, 1988).

En la actualidad los científicos cuentan con los conocimientos suficientes para interpretar con más detalle el estado que guarda la naturaleza. Sin embargo, está en duda que pueda llegar a anticiparse o controlar los efectos que genera la desarrollo industrial sin un oportuno conocimiento ambiental; un análisis y síntesis de información que permita organizar el aprovechamiento de los recursos naturales, el emplazamiento de las actividades secundarias y de servicios, y los asentamientos humanos, una realidad patente en países en desarrollo como México.

2. ANTECEDENTES

La *condición ambiental* concebida o entendida como el conocimiento que se origina de una formal caracterización de los componentes biofísicos en un espacio geográfico, puede tener diferentes acepciones. Se puede interpretar como la evaluación de la función e interacción de los ecosistemas; el reconocimiento de problemas ambientales, o la revelación de las formas y procesos en el aprovechamiento de recursos naturales.

Con la aplicación del concepto de *condición ambiental* a los estudios realizados en las cuencas hidrográficas, se infiere que se identifican como unidades ambientales con atributos propios, cualidades que precisan ser evaluadas por ser determinantes en la planeación de proyectos integrales de desarrollo o simplemente para el manejo de recursos naturales. La investigación de la *condición ambiental* en cuencas ha tenido variantes a lo largo de los años, tanto en los métodos como en los enfoques utilizados, sin embargo, los resultados obtenidos han sido valiosos como elementos de juicio en el diseño de proyectos.

Entre las razones que han motivado a identificar la condición ambiental en cuencas hidrográficas están: la integración de un diagnóstico sobre la situación prevaleciente para la implantación un programa de desarrollo integral de una cuenca (CODEITE, 1970); como un exclusivo interés de tener un conocimiento completo de los recursos naturales al interior de una cuenca hidrológica (UNAM, 1972); para dar recomendaciones del mejor uso y conservación de los recursos agua, suelo y vegetación (SRH, 1972); para evaluar cuencas con objeto de atender y detener el proceso de degradación de los recursos naturales, permitiendo su desarrollo y conservación (SRH, 1973a); para evaluar los fenómenos meteorológicos, actividades agropecuarias y variables climatológicas (SRH, 1973b), en la ordenación de cuencas para proteger obras hidráulicas (SRH, 1973c); para programas de inversión en el rubro social, agrícola, ganadero y pecuario con un enfoque de desarrollo integral de la cuenca, así como para determinar la vocación, conservación de suelos y manejo del agua (SRH, 1973d); para administrar

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la preocupación por los problemas ambientales ha crecido como consecuencia de un deterioro acelerado de la calidad del entorno natural, que después de casi cinco décadas de explotación intensa y acelerada de los ecosistemas en el ámbito mundial, muestran grados significativos de perturbación, signos que ya se perciben como importantes señales de desastre.

Son ejemplos de esto, el aumento de florecimientos de algas en cuerpos de agua por las sustancias tóxicas y nutrientes; calentamiento de los mares y muerte en arrecifes marinos; sobrepesca, 40% mayor a la producción de peces por el mar; amenaza a la biodiversidad por destrucción de lagos y ríos por contaminantes, aguas residuales y otros efluentes; devastación de hábitats por el drenado de los pantanos en el ámbito mundial; extracción excesiva de agua de los ríos lo que causa su agotamiento antes de llegar al mar; alteración del equilibrio local por la introducción de plantas exóticas; muerte de organismos útiles, contaminación de ríos subterráneos y creación de zonas muertas en los océanos por la presencia de productos químicos; degradación de suelos por inadecuadas prácticas agrícolas; agotamiento de ríos e incremento en la salinidad en los suelos por la sobrecarga de acuíferos; cambio de grandes extensiones de terreno a tierras agrícolas y zonas urbanas; afectación del 80% de los pastizales mundiales por el deterioro de los suelos (Linden, 2000).

La planeación del desarrollo económico de México hasta hace unos años no incorporaba las variables ambientales, lo que fomentó un crecimiento desordenado con el uso de tecnologías y formas de manejo de recursos que generaron contaminación y deterioro de los ecosistemas, con efectos negativos que se están manifestando en la actualidad.

Desde 1988 la limitada aplicación de la normatividad ambiental ha favorecido la desaparición de selvas y bosques; generación de procesos erosivos en varios casos irreversibles y la contaminación de los recursos hídricos del país, por mencionar algunos ejemplos (SEDUE, 1988).

En la actualidad los científicos cuentan con los conocimientos suficientes para interpretar con más detalle el estado que guarda la naturaleza. Sin embargo, está en duda que pueda llegar a anticiparse o controlar los efectos que genera la desarrollo industrial sin un oportuno conocimiento ambiental; un análisis y síntesis de información que permita organizar el aprovechamiento de los recursos naturales, el emplazamiento de las actividades secundarias y de servicios, y los asentamientos humanos, una realidad patente en países en desarrollo como México.

2. ANTECEDENTES

La *condición ambiental* concebida o entendida como el conocimiento que se origina de una formal caracterización de los componentes biofísicos en un espacio geográfico, puede tener diferentes acepciones. Se puede interpretar como la evaluación de la función e interacción de los ecosistemas; el reconocimiento de problemas ambientales, o la revelación de las formas y procesos en el aprovechamiento de recursos naturales.

Con la aplicación del concepto de *condición ambiental* a los estudios realizados en las cuencas hidrográficas, se infiere que se identifican como unidades ambientales con atributos propios, cualidades que precisan ser evaluadas por ser determinantes en la planeación de proyectos integrales de desarrollo o simplemente para el manejo de recursos naturales. La investigación de la *condición ambiental* en cuencas ha tenido variantes a lo largo de los años, tanto en los métodos como en los enfoques utilizados, sin embargo, los resultados obtenidos han sido valiosos como elementos de juicio en el diseño de proyectos.

Entre las razones que han motivado a identificar la condición ambiental en cuencas hidrográficas están: la integración de un diagnóstico sobre la situación prevaleciente para la implantación un programa de desarrollo integral de una cuenca (CODEITE, 1970); como un exclusivo interés de tener un conocimiento completo de los recursos naturales al interior de una cuenca hidrológica (UNAM, 1972); para dar recomendaciones del mejor uso y conservación de los recursos agua, suelo y vegetación (SRH, 1972); para evaluar cuencas con objeto de atender y detener el proceso de degradación de los recursos naturales, permitiendo su desarrollo y conservación (SRH, 1973a); para evaluar los fenómenos meteorológicos, actividades agropecuarias y variables climatológicas (SRH, 1973b), en la ordenación de cuencas para proteger obras hidráulicas (SRH, 1973c); para programas de inversión en el rubro social, agrícola, ganadero y pecuario con un enfoque de desarrollo integral de la cuenca, así como para determinar la vocación, conservación de suelos y manejo del agua (SRH, 1973d); para administrar

y manejar cuencas (INCYTH-CELA, 1975); la protección ambiental, tomando en cuenta que existe una interacción de variables ambientales que se debe considerar en el manejo de los recursos (Urroz, 1976); o como un medio para lograr la conservación de los mantos acuíferos y calidad del agua ante el incesante deterioro del entorno (Flores, 1991).

2.1. La delimitación ecológica regional

El conocimiento de la condición ambiental de un área debe basarse inicialmente en un proceso de organización del relieve, empero existen etapas básicas que se deben considerar. De acuerdo con el esquema metodológico establecido por la SEDUE (1988) en una secuencia lógica y metodológica existen cuatro fases elementales en el proceso de ordenamiento ecológico del territorio; el proceso debe iniciar con la fase de delimitación de las unidades ambientales de mapeo, también definida como regionalización ecológica o delimitación ecológica regional. Esta información es básica para las fases de caracterización de los componentes ambientales, sociales y económicos; del diagnóstico ambiental e identificación de los usos del suelo y su aptitud. Finalmente para el diseño de propuestas de políticas de uso del suelo y gestión para cada unidad identificada.

López-Blanco (1994) especifica que la finalidad de delimitar unidades ambientales es: a) obtener áreas homogéneas; b) contar con una base geográfica que permita caracterizar, describir, y agrupar sus propiedades ambientales; c) establecer y proponer la mejor aptitud de uso del suelo, atendiendo el uso actual y las características sociales y económicas de la población local. Además, afirma que con las unidades ambientales se tiene una síntesis del paisaje, que permite visualizar sus atributos de una forma integral.

2.2. La unidad ambiental

La estructura jerárquica de la regionalización ecológica propuesta por la SEDUE (1988), menciona cinco niveles, donde cada nivel inferior está considerado dentro del superior inmediato, paralelamente a una caracterización ambiental cada vez más detallada. Los criterios utilizados son: clima, relieve, suelo, agua, vegetación y fauna, ordenados respecto a la dinámica y sucesión de los cambios entre estos. En otras palabras, se considera que las modificaciones climáticas se suceden en períodos geológicos mayores que los cambios del relieve; que los procesos que definen las formas del relieve son más lentos que los que determinan la formación del suelo; y finalmente que la dinámica de los procesos hidrológicos es más lenta que las sucesiones de vegetación y de fauna.

Las cinco categorías referidas por la SEDUE (1988) son: zona y provincia ecológica en el nivel general y sistema ecogeográfico, paisaje terrestre y unidad natural en el nivel más particular. Para el territorio mexicano las tres primeras categorías ya han sido cartografiadas por la SEDUE (1988), que reconocía hasta 1988 cuatro zonas, 88 provincias ecológicas y 1813 sistemas ecogeográficos; mientras que para las categorías particulares solo cuenta únicamente con los criterios para su definición y algunas experiencias locales que deberán sistematizarse al ser abordado un estudio en específico y algunas áreas estudiadas puntualmente.

Para los propósitos de esta investigación, de acuerdo al proceso metodológico de regionalización sólo se consideró como marco conceptual, la primera fase: la delimitación de unidades ambientales de mapeo y la categoría jerárquica de regionalización ecológica más particular, la unidad natural. Las unidades naturales o unidades ambientales constituyen la última categoría del sistema jerárquico regional y corresponde a las formas del relieve individuales (volcán, lomerío, barranco, piedemonte, ladera de montaña), cuya sucesión con otras formas similares o de origen común conforma un paisaje terrestre, aunque pueden poseer una morfología discordante con las topoformas adyacentes (malpaís, lago, planicie fluvial, abanico aluvial, etc.) de una geoforma extensa y compleja. Así, cada unidad por su morfología característica, posee de esta manera un tipo vegetación, litología, o tipo de suelo propio y distintivo, con procesos edáficos, geomorfológicos, hidrológicos y microclimáticos que determinan una fragilidad específica por el grado de estabilidad entre los procesos edafogénicos y morfogénicos (SEDUE, 1988).

2.3. La delimitación de unidades ambientales

La compleja realidad que significa un espacio geográfico se traduce en una gran variedad de concepciones y un potencial de desarrollo todavía desaprovechado de manera conjunta. Ante esta vasta heterogeneidad de escenarios se requiere de una base multitemática de información, completa e integral.

Con este objetivo en diferentes países se han desarrollado propuestas metodológicas encausadas a entender dicha heterogeneidad a través de la delimitación de lo que se ha denominado unidades ambientales. A saber:

- a) El Sistema Australiano desarrollado durante la Segunda Guerra Mundial por el Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO).

Este enfoque se basa en el reconocimiento, evaluación y clasificación de tierras a partir del tipo de suelo, vegetación y régimen de humedad, por medio de fotografía aérea. Este patrón da lugar a una macro-unidad llamada sistema terrestre.

El método de Evaluación de Tierras fue utilizado para explorar áreas de Australia poco conocidas, permitiendo describir, clasificar y cartografiar sus potencialidades de desarrollo agrícola (Ackerson, 1980) (Ortiz y Cuanalo, 1984). En México este sistema fue bastante aceptado con algunas modificaciones al enfoque original, por el desaparecido Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos ahora Instituto Nacional de Ecología, así como por el Colegio de Posgraduados de Chapingo. El Método de regionalización ecológica adoptado por la SEDUE (1988), se basaba en este sistema. Este método contempla un conjunto de unidades jerárquicas; las unidades mayores: zona, división, provincia y región definidas por criterios climáticos y geomorfológicos. Y las unidades menores: sistema, faceta, elemento y variante, definidas con criterios como el relieve, geología, suelo y vegetación.

- b) El sistema francés con un enfoque morfoedafológico y ecogeográfico desarrollado por el Servicio de Suelos del Instituto de Investigación en Agronomía Tropical (Alvarez, 1997).

Este método considera aspectos del relieve y suelo, así como de su formación (geomorfología y edafología), los cuales forman en conjunto unidades básicas de estudio. Las unidades son definidas por la uniformidad representada por la fisiografía, litología, suelo, morfogénesis, clima, vegetación y uso del suelo.

Este enfoque tiene tres niveles de estudio: (1) la planificación física o descripción física del espacio; (2) el enfoque integral o de definición de regiones geográficas que toma en cuenta a los aspectos físicos y sociales; (3) y el enfoque sistémico basado en la interacción de los sistemas geográfico-regionales (Geissert y Rossignol, 1987; Tricart y Killian, 1982).

- c) El sistema desarrollado por la escuela Anglosajona o Americana con dos enfoques: el holístico que tiene una visión no determinística (las estructuras son modificables), el cual se inspira en el concepto de Ecosistema. Y el sistémico apoyado en la teoría de resolución de conflictos, a través de modelos matemáticos. (Alvarez, 1997).

Con apoyo en los lineamientos de esta escuela, en América Latina se inician a partir de 1960, programas de planeación ante la difícil situación económica, social y ambiental en la región. Son ejemplos concretos los programas de desarrollo integrado de cuencas hidrológicas, de regionalización, y de estrategias de polos de desarrollo y desarrollo rural integrado.

- d) El sistema de tipología ecológica aplicado por el grupo francés CEPE (Centro D'Estudes Phytosociologiques et Ecologiques), que clasifica y regionaliza un territorio en zonas mediante criterios climáticos; regiones con base en aspectos fisiográficos; sectores mediante criterios ecológicos y edáficos; y finalmente sitios o estaciones en función de los tipos de vegetación. Esta última jerarquía se define como una unidad homogénea en cuanto a clima, relieve, geología, suelo y vegetación. (Alvarez, 1997).

Este sistema ha sido utilizado por el INEGI, aplicándolo en la elaboración de cartas de uso potencial del suelo de diferentes regiones del país.

- e) Enfoques basados en la combinación de diferentes métodos.

Es la integración de los enfoques clásicos utilizados al regionalizar: paisajístico o morfológico, genético y paramétrico. Este enfoque combinado adopta una estructura jerárquica que retoma los trabajos del INEGI y el desaparecido Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, así como las experiencias de las escuelas australiana, inglesa, sudafricana y canadiense, dedicadas al inventario de recursos naturales. Esta integración se adapta a las necesidades requeridas para un ordenamiento ecológico, ya que muestra de forma clara las causas fundamentales de las diferencias morfológicas del territorio, permite una fácil interpretación, facilita la apreciación integral de las regiones y utiliza criterios relativamente estables en el tiempo. Ha sido adoptado por el Instituto Nacional de Ecología en el proceso de Regionalización. (Alvarez, 1997).

- f) El enfoque geomorfológico desarrollado en los años 1967 y 1968 por el ITC (International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences) de los países bajos con sede en Holanda.

En este enfoque se adopta un *sistema de cartografía* para definir las unidades geomorfológicas y se aplica para delimitar y describir unidades ambientales de mapeo. Ha sido reconocido por muchos autores como una estrategia útil para delimitar unidades ambientales físicas. Para tener más información con respecto a este enfoque consultar a Verstappen (1983) y Hooke (1988).

La importancia de los mapas geomorfológicos obtenidos con la aplicación de los levantamientos geomorfológicos es patente cuando se vincula a los planes de desarrollo regional. En un proceso de planeación es importante contar con información de los sitios más adecuados para el desarrollo de proyectos regionales, así como de los factores que condicionan su ejecución. En la tabla siguiente se resumen algunas consideraciones sobre la importancia y ventajas que representa contar con mapas geomorfológicos.

Tabla 1. Importancia de los mapas geomorfológicos

ACTIVIDAD HUMANA	IMPORTANCIA Y VENTAJAS
Agricultura	Indica la localización de relieve más adecuado para su práctica: planicies y piedemontes. Asimismo, de los factores limitantes: zonas de riesgo por deslizamiento de tierras, reptación, erosión laminar y procesos de cárcavas.
Asentamientos humanos	Localización de las áreas amenazados por fenómenos naturales como deslizamiento de rocas, inundaciones, agrietamientos, azolvamientos y susceptibilidad sísmica.
Vías de comunicación	Facilita la selección de sitios donde no existan riesgos naturales. Por ejemplo, fenómenos de remoción en masa, erosión y depositación.
Proyectos de desarrollo	Elegir el sitio más adecuado para el emplazamiento de presas de acuerdo a las condiciones del relieve. Además muestra zonas de inundación y depositación de materiales y bancos de material, entre los más importantes.
Turismo y recreación	Localización de vías de acceso a centros turísticos y de recreación. Además, de los procesos modeladores que resulten una amenaza para dichas actividades.
Industria de la construcción	Localización de bancos de roca y de arcilla.

Toscana (1998)

Con base en estas consideraciones es indudable que los levantamientos geomorfológicos y sus productos son una herramienta de síntesis que puede ser bastante útil en la planeación del desarrollo regional.

2.4. Regionalización en la subcuenca del Río Colotepec

En la subcuenca no se han llevado a cabo estudios de regionalización *ex profeso*, por lo regular son estudios en un contexto estatal o nacional. Por ejemplo, la delimitación realizada por Cuanalo (1989) de provincias, regiones y subregiones terrestres en el ámbito de la República Mexicana. Conforme a sus resultados el área donde se encuentra la subcuenca está surcada por dos subregiones, la planicie del Amacuzac: planicie volcánica de depositación con áreas de lomeríos, cráteres volcánicos y montañas aisladas. Y por la subregión Cuesta Ixtapan de la Sal, fuertemente disecada por barrancos, montañas alargadas, lomeríos y algunas áreas planas.

Desde la perspectiva ecológica integral, Monroy (1991), menciona que en el Edo. de Morelos se pueden distinguir tres regiones, la montañosa del Norte, el Valle Intermontano y la Montañosa del Sur. Esta división del terreno por regiones coincide de alguna forma con la mencionada por De la Peña (1982); desde su perspectiva en el ámbito estatal se distinguen La Sierra Alta (a una altitud entre los 2000 a los 4000 metros), El Piedemonte (de los 1300 hasta próximo a los 2000 metros) y Los Valles (entre los 1000 metros de elevación, en promedio). Por la ubicación de la subcuenca, estas tres regiones están representadas dentro de sus límites: al Norte con las laderas montañosas evidencias de estructuras geológicas mayores en el pasado; en su sección intermedia el piedemonte general representado por un abanico volcánico conocido como Glacis de Buenavista; y al Sur con una sección de lomeríos altos. Subregiones donde en opinión de Monroy (1991), también son evidentes los mismos problemas de deterioro ambiental y de desigualdad social como económica.

En un contexto de regionalización, está el realizado por la SEDUE (1988) publicado por la división del territorio nacional en unidades ambientales con características similares, tomando como base criterios ecológicos. Se menciona el análisis jerárquico y sistemático del territorio nacional, asimismo, además de uniformizar la colección de información a través de una base de

datos geográfica. Acorde con esto, la sección Norte de la subcuenca del río Colotepec se ubica en la zona ecológica "Lagos y Volcanes de Anáhuac", provincias ecológicas "Chichinautzin", Chichinautzin - Las Cruces", "Xalatlaco". al Sur corresponde a la zona ecológica "Sierras y Valles Guerrerenses", provincias ecológicas "Zoquiaqui", "Amacuzac", "Cuernavaca", "Tequesquitengo", "Amador Salazar", "Zacatepec-Yautepec", "Jojutla-Sta. María Pina".

En el ámbito estatal se tiene la aportación de Boyas (1991), con un enfoque fundamentalmente ecológico del Edo. de Morelos. De acuerdo con sus objetivos generó un mapa de "unidades ecológicas"; el mapa de unidades se asemeja en alguna medida con los resultados que pueden obtenerse con la aplicación del enfoque geomorfológico.

3. OBJETIVOS

3.1. General

Definir, delimitar y realizar la síntesis de unidades ambientales biofísicas de la Subcuenca del Río Colotepec, Edo. de Morelos, mediante la aplicación del enfoque geomorfológico.

3.2. Particular

Aplicar los criterios de la geomorfología sintética en la delineación de las unidades ambientales biofísicas en una cuenca hidrográfica, utilizando una base cartográfica de geología, climatología, litología, edafología, hidrología y vegetación, fortalecida con actividades de campo.

Incorporar al proceso de delimitación de unidades ambientales biofísicas un sistema de información geográfica y diseñador asistido por computadora.

4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende a la Subcuenca del Río Colotepec, perteneciente a la Cuenca del Río Grande o Amacuzac (región Hidrológica No. 18 o Balsas). La mayor extensión de la subcuenca se ubica en el Edo. de Morelos con una cobertura del 84%; y el 26% restante se distribuye en el Edo. de México y Distrito Federal. Tiene una extensión de 69752 has (697.52 Km²) y sus límites extremos se encuentra entre el sitio conocido como Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan, sección Norte de la subcuenca; hasta el poblado de Jojutla, municipio del mismo nombre, en el Edo. de Morelos, desembocadura de la subcuenca (Figura 1).

Los límites hidrográficos están definidos al Norte por la cuenca del Río Moctezuma, al Oeste por las subcuencas de los ríos Tembembe y Chalma, al Este por la cuenca del Río Yautepec y al Sur por la parte baja de la cuenca del río Amacuzac. Encierra entre sus límites hidrográficos como corrientes principales a los ríos: El Sabino, Los Sabinos, La Tilapeña, Chalchihuapan, Colotepec, vía fluvial que da nombre a la subcuenca; finalmente el río Apatlaco hacia la desembocadura.

4.1. Delimitación política de la subcuenca

En el ámbito municipal la subcuenca abarca 17 jurisdicciones y una delegación, Figura 2. Por el Edo. de Morelos: Cuernavaca, Emiliano Zapata, Huitzilac, Jiutepec, Jojutla, Miaatlán, Puente de Ixtla, Temixco, Tlaltizapan, Tlaquiltenango, Xochitepec, y Zacatepec. Del Edo. de México involucra a los municipios de Jalatlaco, San Nicolás Coatepec y Ocuilán de Arteaga. Y del Distrito Federal con la Delegación Tlalpan, sección Sur. Las características generales de los municipios se incluyen en la tabla 2.

datos geográfica. Acorde con esto, la sección Norte de la subcuenca del río Colotepec se ubica en la zona ecológica "Lagos y Volcanes de Anáhuac", provincias ecológicas "Chichinautzin", Chichinautzin - Las Cruces", "Xalatlaco". al Sur corresponde a la zona ecológica "Sierras y Valles Guerrerenses", provincias ecológicas "Zoquiaqui", "Amacuzac", "Cuernavaca", "Tequesquitengo", "Amador Salazar", "Zacatepec-Yautepec", "Jojutla-Sta. María Pina".

En el ámbito estatal se tiene la aportación de Boyas (1991), con un enfoque fundamentalmente ecológico del Edo. de Morelos. De acuerdo con sus objetivos generó un mapa de "unidades ecológicas"; el mapa de unidades se asemeja en alguna medida con los resultados que pueden obtenerse con la aplicación del enfoque geomorfológico.

3. OBJETIVOS

3.1. General

Definir, delimitar y realizar la síntesis de unidades ambientales biofísicas de la Subcuenca del Río Colotepec, Edo. de Morelos, mediante la aplicación del enfoque geomorfológico.

3.2. Particular

Aplicar los criterios de la geomorfología sintética en la delimitación de las unidades ambientales biofísicas en una cuenca hidrográfica, utilizando una base cartográfica de geología, climatología, litología, edafología, hidrología y vegetación, fortalecida con actividades de campo.

Incorporar al proceso de delimitación de unidades ambientales biofísicas un sistema de información geográfica y diseñador asistido por computadora.

4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende a la Subcuenca del Río Colotepec, perteneciente a la Cuenca del Río Grande o Amacuzac (región Hidrológica No. 18 o Balsas). La mayor extensión de la subcuenca se ubica en el Edo. de Morelos con una cobertura del 84%; y el 26% restante se distribuye en el Edo. de México y Distrito Federal. Tiene una extensión de 69752 has (697.52 Km²) y sus límites extremos se encuentra entre el sitio conocido como Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan, sección Norte de la subcuenca; hasta el poblado de Jojutla, municipio del mismo nombre, en el Edo. de Morelos, desembocadura de la subcuenca (Figura 1).

Los límites hidrográficos están definidos al Norte por la cuenca del Río Moctezuma, al Oeste por las subcuencas de los ríos Tembembe y Chalma, al Este por la cuenca del Río Yautepec y al Sur por la parte baja de la cuenca del río Amacuzac. Encierra entre sus límites hidrográficos como corrientes principales a los ríos: El Sabino, Los Sabinos, La Tilapeña, Chalchihuapan, Colotepec, vía fluvial que da nombre a la subcuenca; finalmente el río Apatlaco hacia la desembocadura.

4.1. Delimitación política de la subcuenca

En el ámbito municipal la subcuenca abarca 17 jurisdicciones y una delegación, Figura 2. Por el Edo. de Morelos: Cuernavaca, Emiliano Zapata, Huitzilac, Jiutepec, Jojutla, Miaatlán, Puente de Ixtla, Temixco, Tlaltizapan, Tlaquiltenango, Xochitepec, y Zacatepec. Del Edo. de México involucra a los municipios de Jalatlaco, San Nicolás Coatepec y Ocuilán de Arteaga. Y del Distrito Federal con la Delegación Tlalpan, sección Sur. Las características generales de los municipios se incluyen en la tabla 2.

datos geográfica. Acorde con esto, la sección Norte de la subcuenca del río Colotepec se ubica en la zona ecológica "Lagos y Volcanes de Anáhuac", provincias ecológicas "Chichinautzin", Chichinautzin - Las Cruces", "Xalatlaco". al Sur corresponde a la zona ecológica "Sierras y Valles Guerrerenses", provincias ecológicas "Zoquiaqui", "Amacuzac", "Cuernavaca", "Tequesquitengo", "Amador Salazar", "Zacatepec-Yautepec", "Jojutla-Sta. María Pina".

En el ámbito estatal se tiene la aportación de Boyas (1991), con un enfoque fundamentalmente ecológico del Edo. de Morelos. De acuerdo con sus objetivos generó un mapa de "unidades ecológicas"; el mapa de unidades se asemeja en alguna medida con los resultados que pueden obtenerse con la aplicación del enfoque geomorfológico.

3. OBJETIVOS

3.1. General

Definir, delimitar y realizar la síntesis de unidades ambientales biofísicas de la Subcuenca del Río Colotepec, Edo. de Morelos, mediante la aplicación del enfoque geomorfológico.

3.2. Particular

Aplicar los criterios de la geomorfología sintética en la delimitación de las unidades ambientales biofísicas en una cuenca hidrográfica, utilizando una base cartográfica de geología, climatología, litología, edafología, hidrología y vegetación, fortalecida con actividades de campo.

Incorporar al proceso de delimitación de unidades ambientales biofísicas un sistema de información geográfica y diseñador asistido por computadora.

4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende a la Subcuenca del Río Colotepec, perteneciente a la Cuenca del Río Grande o Amacuzac (región Hidrológica No. 18 o Balsas). La mayor extensión de la subcuenca se ubica en el Edo. de Morelos con una cobertura del 84%; y el 26% restante se distribuye en el Edo. de México y Distrito Federal. Tiene una extensión de 69752 has (697.52 Km²) y sus límites extremos se encuentra entre el sitio conocido como Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan, sección Norte de la subcuenca; hasta el poblado de Jojutla, municipio del mismo nombre, en el Edo. de Morelos, desembocadura de la subcuenca (Figura 1).

Los límites hidrográficos están definidos al Norte por la cuenca del Río Moctezuma, al Oeste por las subcuencas de los ríos Tembembe y Chalma, al Este por la cuenca del Río Yautepec y al Sur por la parte baja de la cuenca del río Amacuzac. Encierra entre sus límites hidrográficos como corrientes principales a los ríos: El Sabino, Los Sabinos, La Tilapeña, Chalchihuapan, Colotepec, vía fluvial que da nombre a la subcuenca; finalmente el río Apatlaco hacia la desembocadura.

4.1. Delimitación política de la subcuenca

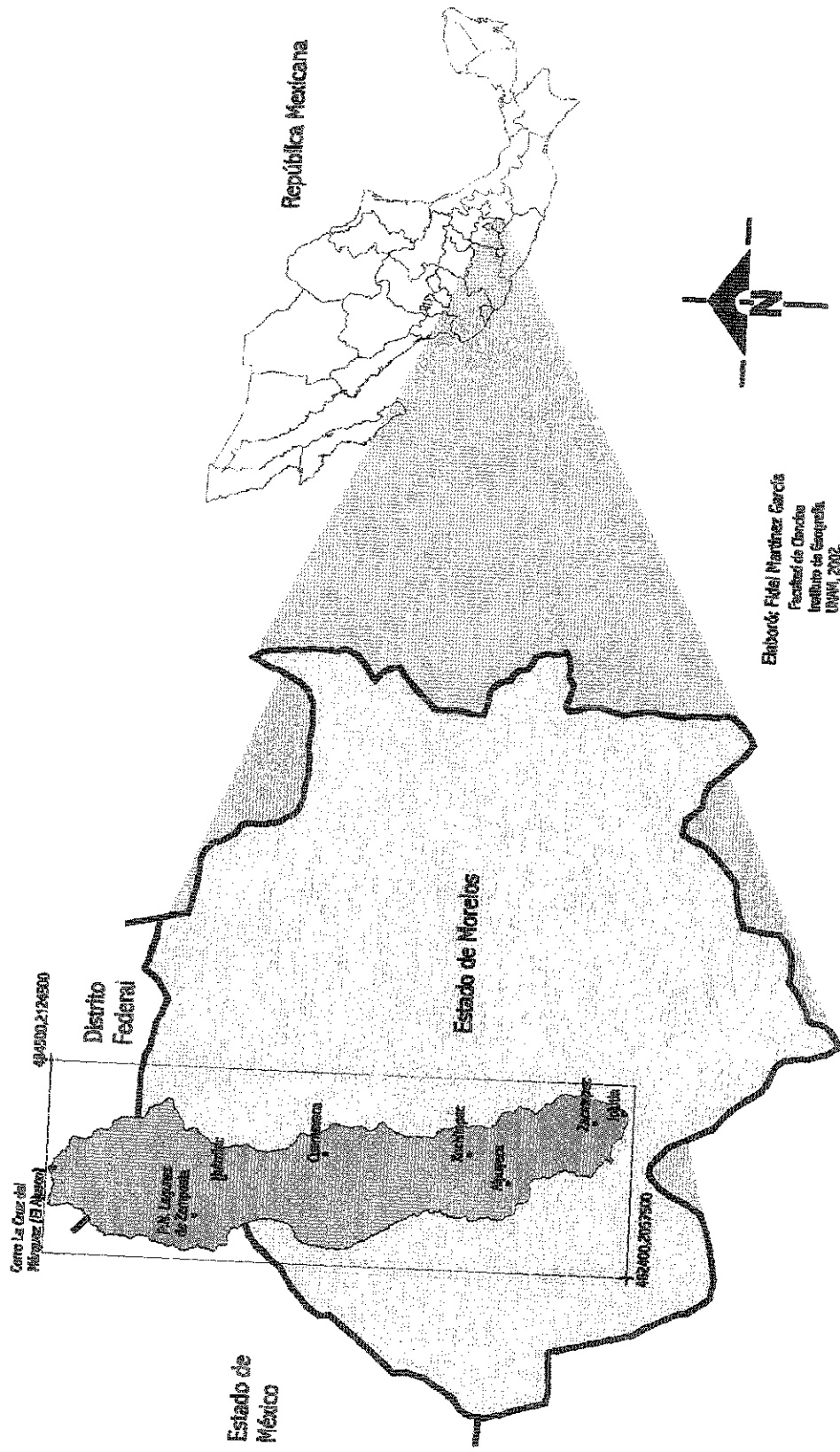
En el ámbito municipal la subcuenca abarca 17 jurisdicciones y una delegación, Figura 2. Por el Edo. de Morelos: Cuernavaca, Emiliano Zapata, Huitzilac, Jiutepec, Jojutla, Miaatlán, Puente de Ixtla, Temixco, Tlaltizapan, Tlaquiltenango, Xochitepec, y Zacatepec. Del Edo. de México involucra a los municipios de Jalatlaco, San Nicolás Coatepec y Ocuilán de Arteaga. Y del Distrito Federal con la Delegación Tlalpan, sección Sur. Las características generales de los municipios se incluyen en la tabla 2.

Tabla 2. Descripción general de los municipios presentes dentro de la subcuenca.

ESTADO	ENTIDAD FEDERATIVA	COLINDANCIAS DENTRO DE LA SUBCUENCA	PRINCIPALES RASGOS DEL RELIEVE Y ACTIVIDADES ECONÓMICAS	POBLACIÓN (2000)	
				Municipio	Subcuenca, estimado
Estado de Morelos	Cuernavaca	Al Norte con el municipio de Huitzilac; al Sur con los municipios de Temixco y Xochitepec; al oriente con los municipios de Huitzilac, Tepoztlán y Jiutepec; al poniente con el municipio de Temixco y el municipio de Ocuilán en el Edo. de México.	Región montañosa al norte pero predominantemente plana. Industria automotriz, de hilados y tejidos y turismo.	337 966	327 162
	Emiliano Zapata	Al Norte con los municipios de Temixco y Jiutepec; al Este con Jiutepec y Tlaltizapán; al Sur con Tlaltizapán y Xochitepec; al Oeste con Xochitepec y Temixco.	Región abrupta y cálida. Destaca como productor de arroz y caña de azúcar Se encuentra bien comunicado.	57 617	21 304
	Huitzilac	Al Norte con el Distrito Federal y el Edo. de México, al Sur con el municipio de Cuernavaca, al oriente colinda con el municipio de Tepoztlán y al occidente con el Edo. de México.	Región predominantemente montañosa con clima frío. Terreno poco fértil. Actividad agrícola incipiente: maíz, frijol y haba.	15 184	12 709
	Jiutepec	Al Sur con Emiliano Zapata y al poniente con Cuernavaca.	Territorio abrupto con algunas planicies. Clima cálido. Productos: caña de azúcar Actividad industrial; fabricación de cemento.	170 589	7172
	Jojutla	Al Norte con los municipios de Puente de Ixtla, Zacatepec y Tlaltizapán; al Este con los municipios de Tlaltizapan y Tlaquitenango; al Sur y oeste con los municipios de Tlaquitenango y Puente de Ixtla.	Territorio llano de suaves lomeríos, mesetas y cañadas Productos: arroz, azúcar, cacahuate y maíz. Industria de talabartería. Importante actividad comercial y turística.	53 288	6799
	Miacatlán	Al Norte con el Edo. de México y el municipio de Temixco, al Sur con Puente de Ixtla, al Este con Xochitepec y al Oeste con el Edo. de México.	Relieve abrupto, clima cálido El 50% del territorio municipal es agrícola y se utiliza para la siembra de cultivos de riego y temporal.	23 954	1664
	Puente de Ixtla	Al Norte con Xochitepec, Miacatlán y Tlaltizapán y al Este con Zacatepec, Jojutla y Tlaquitenango.	Relieve abrupto de clima cálido	54 067	9 239
	Temixco	Al Norte con el municipio de Cuernavaca, al Sur con los municipios de Miacatlán y Xochitepec, al noreste con los municipios de Emiliano Zapata y Jiutepec, al Este con el municipio de Xochitepec, al Oeste con el municipio de Miacatlán, y al noroeste con el Edo. de México.	Relieve abrupto de clima cálido. Produce arroz y caña de azúcar. Importancia turística.	92 686	87 974
	Tlaltizapan	Al Sur con Tlaquitenango; al Oeste con Puente de Ixtla y Xochitepec, al noroeste con Emiliano Zapata y al Sureste con Zacatepec.	Región predominantemente plana de clima cálido.	45 164	19572
	Tlaquitenango	Al Norte con Tlaltizapán; al Oeste con Zacatepec, Jojutla y Puente de Ixtla.	Región predominantemente plana de clima cálido.	29 958	137
	Xochitepec	Al Norte con Temixco y Cuernavaca; al Sur con Puente de Ixtla; al Este con Emiliano Zapata y Tlaltizapán y al Oeste con Miacatlán.	Región abrupta de clima cálido. Produce arroz, caña de azúcar y maíz. Bien comunicado	45 564	41 276
	Zacatepec	Al Norte con los municipios de Puente de Ixtla y Tlaltizapán; al Este con los municipios de Tlaltizapán y Jojutla; al Sur con el municipio de Jojutla; al Oeste con los municipios de Jojutla y Puente de Ixtla.	Región plana de clima cálido. Producción de caña de azúcar y frutas tropicales. Centro comercial importante.	33 331	31 404
Estado de México	Ocuilán de Arteaga	Al Norte San Nicolás Coatepec y al Oeste Huitzilac y Cuernavaca.	Región montañosa de clima frío Cultivos de maíz y frijol. Actividad ganadera e importante explotación forestal.	25 950	907
	San Nicolás Coatepec	Al Norte Jalatlaco; al Norte Ocuilán de Arteaga; al Oeste Huitzilac y la Delegación Tlalpan.	Región montañosa de clima frío con numerosos manantiales y riachuelos.	35040	1263
	Jalatlaco	Al oeste la delegación Tlalpan y al Sur San Nicolás Coatepec.	Región montañosa de clima frío.	19196	936
Distrito Federal	Del Tlalpan	Al oriente con Milpa Alta; al Sur con los municipios de Huitzilac, Morelos, y Santiago Tlanguistenco, Edo. de México.	Región montañosa de clima frío.	580 776	2904

Fuente: www.cuernavaca.gob.mx; www.cultural.df.gob.mx; INEGI (2002)

Figura 1. Localización del área de estudio
 Subcuenca del río Coatepec, Edo de Morelos.



Elaboró: Fidel Martínez García
 Facultad de Ciencias
 Instituto de Geografía
 UNAM, 2002.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Figura 2
DELIMITACIÓN MUNICIPAL

Subcuenca del Río Colotepec,
Estado de Morelos

Estados y municipios involucrados

ESTADO DE MORELOS

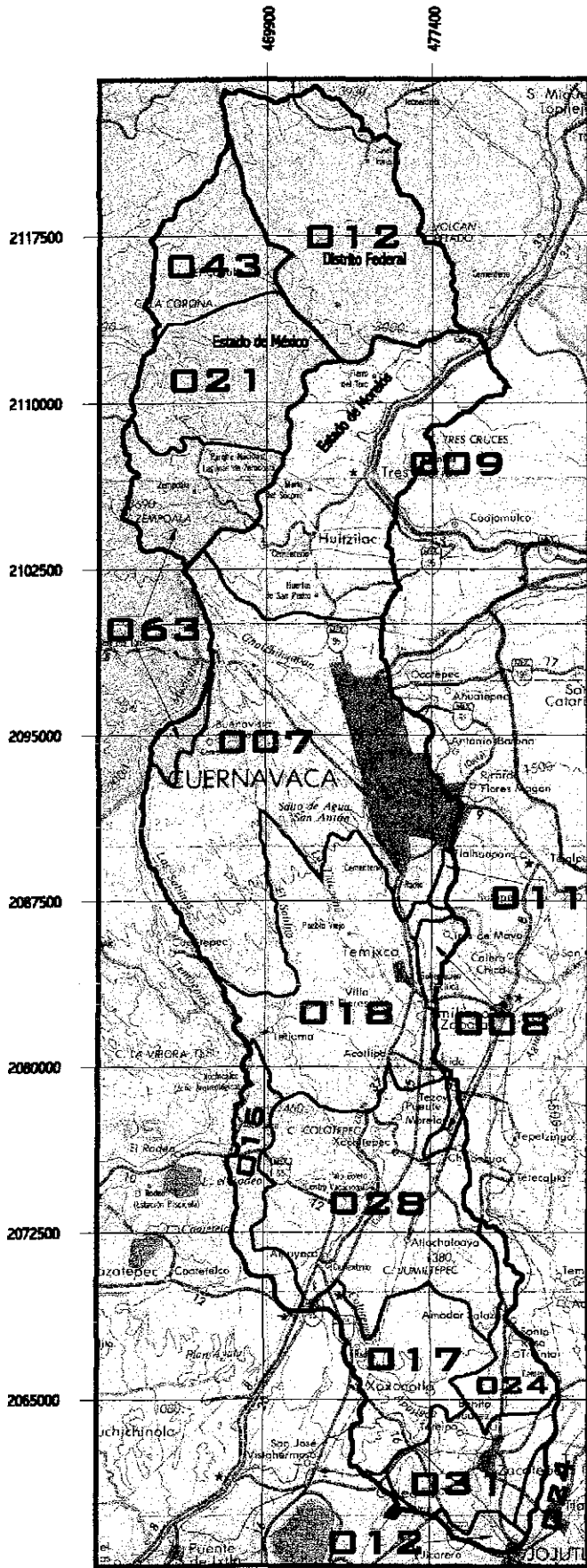
- 007 Cuernavaca
- 008 Emiliano Zapata
- 009 Huitzilac
- 011 Jiutepec
- 012 Jojutla
- 015 Miacatlán
- 017 Puente de Ixtla
- 018 Temixco
- 024 Tlaltizapan
- 025 Tlaquitenango
- 028 Xochitepec
- 031 Zacatepec

ESTADO DE MEXICO

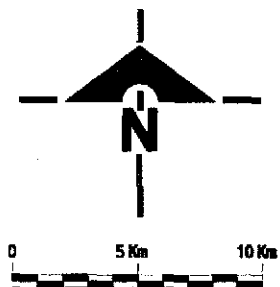
- 043 Xalatlaco
- 021 Coatepec
- 063 Ocuilan

DISTRITO FEDERAL

- 012 Delegación Tlalpan



Fuente: SPP (1983)



Elaboró:
Fidel Martínez García
Facultad de Ciencias
Instituto de Geografía
UNAM, 2001.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.2. Medio Físico

4.2.1. Geología

La litología distintiva de la subcuenca pertenece a las andesitas, basaltos, areniscas y conglomerados, calizas, riolitas, dacitas, piroclastos y pómez, así como materiales aluviales de conos volcánicos y suelos residuales, ver figuras 3 y 4.

Estratigrafía.

Con base en la disposición y estructuras de las formaciones y grupos de rocas que se observan en el área de la subcuenca, se han diferenciado las siguientes nueve unidades estratigráficas. Su descripción inicia desde el grupo más antiguo (hace 146 millones de años), hasta el más actual.

1. La formación Xochicalco y la formación Morelos del Cretácico inferior. La primera está constituida de calizas y lutitas interestratificadas en capas delgadas, afloran desde la zona arqueológica del mismo nombre hasta la intrusión del cerro Colotepec, al Este; también se extiende hacia el Sur, hasta la carretera de Alpuyeca - Cacahuamilpa, y al Noroeste hasta los límites de Morelos con el Edo. de México. En esta formación es frecuente encontrar hojas de pedernal intercaladas entre las calizas.

La formación Morelos es una sucesión de calizas y dolomitas. Se encuentra distribuida ampliamente por toda la entidad morelense. De igual modo que la anterior, esta formación contiene hojas de pedernal intercaladas entre las calizas y dolomitas que se formaron en el fondo de un antiguo mar. Presenta abundante erosión kástica. Palacio (1982) empero menciona que las calizas y dolomías, constituyen un material altamente resistente a los procesos modeladores. Su grado de fractura es relativamente bajo, aunque las disyunciones tienden a ser extensas.

2. La riolita Tilzapotla del Oligoceno, está integrada por brecha riolítica. Se encuentra en las cercanías de Tilzapotla y al Sur del lago de Tequesquitengo y Sur de Acatlpa, sobrepuesta a rocas más antiguas del grupo Balsas (Palacio, 1982).
3. Andesita Ajusco. Nombre que designa las lavas superiores del Cerro del Ajusco y de la Sierra de las Cruces que descansan discordantemente sobre rocas volcánicas más antiguas; están cubiertas por los depósitos de la Formación Tarango (Mooser, 1996). Toscana (1998), menciona que el Ajusco es un pequeño macizo aislado, que pertenece a la Sierra de las Cruces, constituido por lavas erosionadas que descansan sobre una superficie volcánica antigua. Lo considera como un complejo producido durante dos épocas distintas de vulcanismo.
4. El Granito Colotepec del Pre - mioceno, es un pequeño cuerpo intrusionado en la formación Xochicalco. Se localiza al Sureste de la zona arqueológica del mismo nombre, en el Cerro del Jumil, al noreste del cerro de Colotepec (INEGI, 1979b).
5. Los volcanes y coladas que se localizan en los alrededores de las lagunas de Zempoala, al Norte de la subcuenca y noroeste de la entidad de Cuernavaca, constituyen la Andesita Zempoala del Plioceno, que yace sobre la formación Tepoztlán. (INEGI, 1979a; Mooser, 1996),
6. La formación Cuernavaca (Palacio, 1982), o Glacis de Buenavista (Ortiz, 1977). De acuerdo con Aguilar (1998) está constituida por depósitos dásticos continentales poco consolidados derivados de la Andesita Zempoala, transportados y ordenados por el agua. Sin embargo, Mooser (1996) menciona que la litología predominante del Glacis es de piroclastos, pómez y materiales aluviales. El nombre de "Glacis" es un término francés que se aplica a "una topografía de pendiente longitudinal neta (media entre 1° y 5°) constante o ligeramente cóncava, pero sin pendiente lateral (Palacio, 1982). Tiene la característica de presentar barrancos en forma de "V" que se desarrollan con una dirección casi N-S; hacia su límite extremo Sur entra en contacto con las formaciones Xochicalco y Morelos del Terciario superior (INEGI, 1979b). Se localiza al Sur y oeste de la ciudad de Cuernavaca, Morelos, así como en amplias porciones del Suroeste de la entidad.
7. Los depósitos dásticos continentales del Pleistoceno, son depósitos de edad posterior a la formación Cuernavaca, no formados por derrames de lava o conos cineríticos. Incluyen materiales poco o nada consolidados, que varían desde detritos angulosos y gruesos hasta limos y arcillas, así como cantidades menores de marga, turba, ceniza volcánica, loes, travertino y tufa. Mooser (1996), los enmarca como depósitos aluviales del Alto Amacuzac, definidos también como Formación Cuernavaca, Palacio (1982). Sin embargo, Mooser (1996) los separan de los abanicos volcánicos que descienden de los volcanes de Zempoala interpretándolos como flujos piroclásticos del tipo Tarango.

8. El Grupo Chichinautzin del Cuaternario (Holoceno), toma su nombre del volcán basáltico así llamado. Comprende corrientes lávicas, estratos de tobas, brechas y materiales clásticos interestratificados de composición andesítica y basáltica, que descansan sobre las formaciones Cuernavaca, Tepoztlán, Cuautla y Mezcala. Se ubica en toda la parte Norteña del Edo. de Morelos y se interna en forma de coladas de basalto hacia el Sur. Según Martín del Pozzo (1980), las rocas del grupo Chichinautzin varían de basaltos a dacitas pero la mayor parte queda comprendida dentro de las andesitas. Este grupo domina extensamente la parte Norte de la subcuenca y extiende su influencia hacia el Sur por el flanco derecho, hasta casi entrar en contacto con las rocas del cretácico que conforman a las formaciones Xochicalco y Morelos.

González (1982), menciona que la formación Chichinautzin se compone de basaltos olivínicos porfídicos, con micrólitos de labradorita y abundantes granos de augita en una matriz casi hipocristalina. Atribuyen su origen a derrames en los centros eruptivos que se situaron en el área que ocupa actualmente el parteaguas meridional de la cuenca de México y que datan del Plioceno tardío (neógeno).

9. Los aluviones Cuaternarios del Holoceno, están integrados por los mismos sedimentos de los depósitos clásticos continentales, pero con menos elementos volcánicos. Se distribuyen en todo el Edo. de Morelos, en las partes planas, bajas y altas, piedemontes locales y planicies aluviales, como es el caso de la desembocadura de la subcuenca (sección Sur), en el municipio de Jojutla.

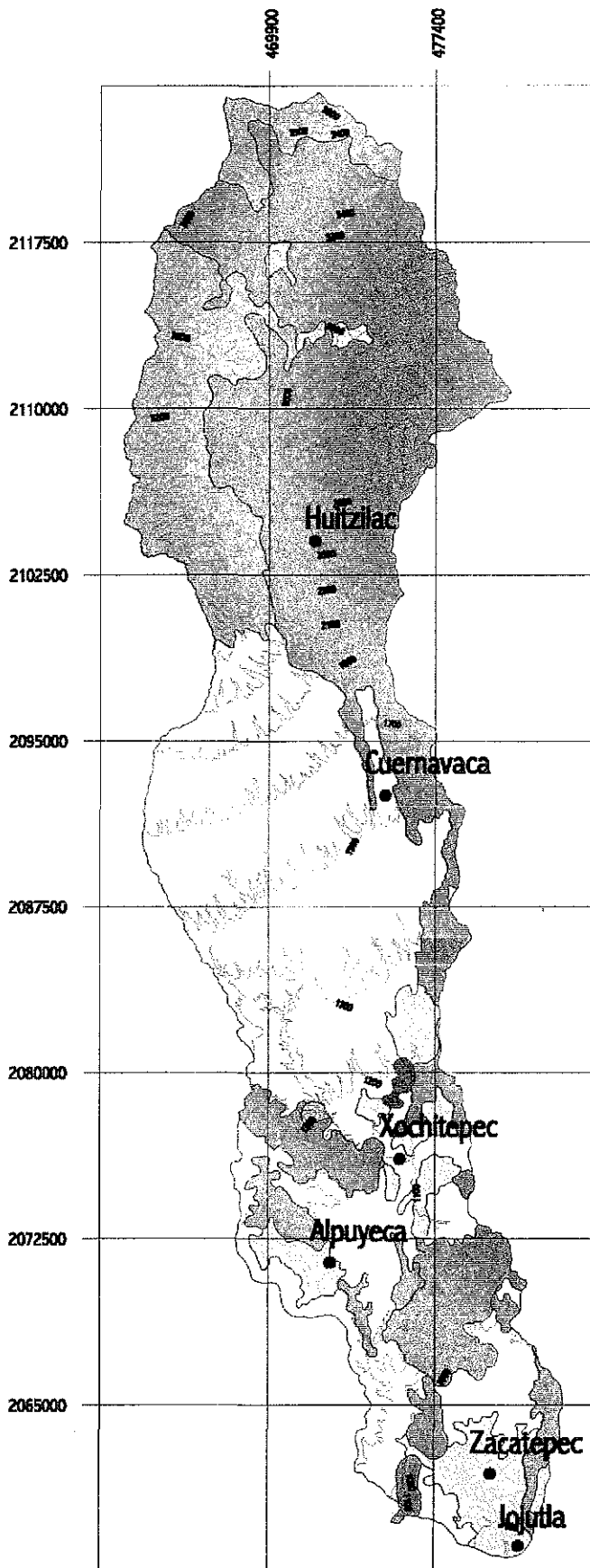
4.2.2. Climatología

En la subcuenca de acuerdo con García (1981) y Aguilar (1996), se distribuyen cinco tipos predominantes de climas: el semifrío subhúmedo con lluvias en verano, que ocupa un área aproximada de 55 Km² en la sección Norte de la subcuenca; el semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano que ocupa una superficie de 162 Km², también en la sección Norte; el templado subhúmedo con lluvias en verano con 100 Km², distribuido en la parte media de la subcuenca; el semicálido subhúmedo con lluvias en verano que cubre la parte media hacia el Norte del área, ocupa una extensión de 130 Km². Y el cálido subhúmedo con lluvias en verano, con un cubrimiento de 250 Km² que ejerce su influencia hacia el Sur de la subcuenca (tabla 3 y figura 5). Las precipitaciones promedio anual van de menos de 1000 mm a una altitud por abajo de los 1400 metros, y 1500 mm hasta una altitud de 3000 metros.

El clima semifrío presenta una temperatura media anual entre 5 y 12 °C, corresponde a la parte más septentrional de la subcuenca con altitudes mayores de los 3000 metros de elevación (zona del Cerro del Ajusco). El templado ubicado por debajo del anterior, con temperaturas entre 12 y 18°C, se manifiesta a altitudes que oscilan entre los 2000 y 3000 metros, se encuentra en su área de influencia poblados como Tres Marías y Huitzilac.

Tabla 3. Características climáticas en la subcuenca del Río Colotepec.

TIPO	DESCRIPCIÓN	PRECIPITACIÓN PROMEDIO ANUAL (mm)	ENTIDAD REPRESENTATIVA
C(w2)(w)(b ⁺)i	Semifrío subhúmedo, media anual de la temperatura entre 5° y 12°. Isotermal con oscilación anual de las temperaturas medias mensuales menor de 5°.	1500	El Capulín, Norte de la subcuenca
C(w2)(w)big	Templado subhúmedo, media anual de la temperatura entre 12° y 18°. Marcha anual de las temperaturas tipo Ganges, mes más caliente antes del solsticio de verano.	1200	Huitzilac, Tres Marías, Norte de la subcuenca
(A)Cw2(w)ig	Semicálido subhúmedo, media anual de la temperatura 18° y 22°. Marcha anual de las temperaturas tipo Ganges, mes más caliente antes del solsticio de verano.	1000	Cuernavaca
A(C)w1*(w)ig	Semicálido subhúmedo, media anual de la temperatura 18° y 22°. Marcha anual de las temperaturas tipo Ganges, mes más caliente antes del solsticio de verano. Presencia de sequía intraestival.	Menor de 1000	Jalatlaco, Oeste de la subcuenca
Aw0*(w)(l)g.	Cálido subhúmedo, con lluvias en verano, isotermal con poca oscilación anual de las temperaturas medias mensuales entre 5° y 7°. Marcha anual de las temperaturas tipo Ganges, mes más caliente antes del solsticio de verano. Presencia de sequía intraestival.	Menor de 1000	Temixco, Zacatepec, Jojutla. Sur de la subcuenca



Fuente: INEGI (1979a, 1979b).

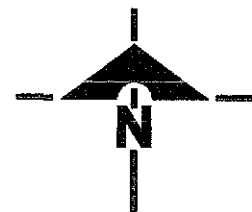
Figura 3

MAPA DE UNIDADES GEOLÓGICAS

Subcuenca del Río Colotepec, Estado de Morelos

UNIDADES

- Ts (Andesitas)
- Q (Basaltos)
- Ts (Arenicas y conglomerados)
- Ki (Calizas)
- Q (Aluvial)
- Ts (Riolitas y riolodactas)
- T (Porfido riolitico)



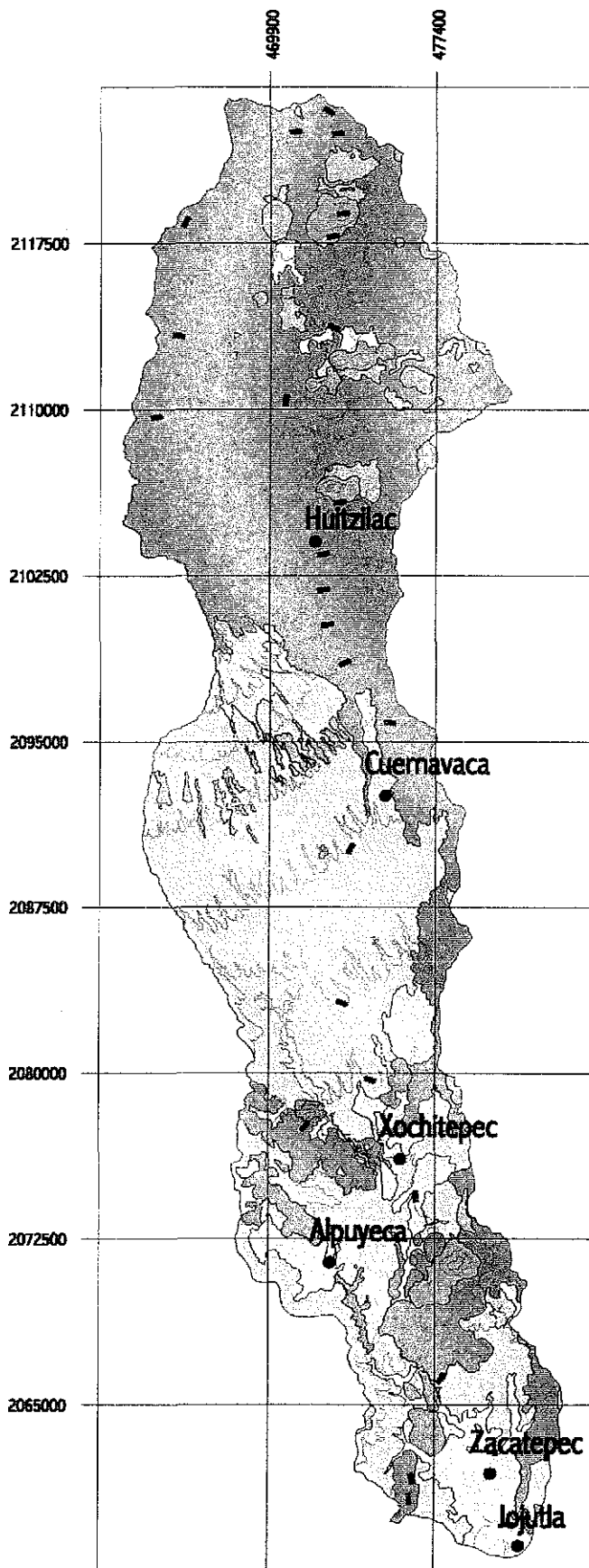
Elaboró:
Fidel Martínez García
Facultad de Ciencias
Instituto de Geografía
UNAM, 2002.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 4











MAPA DE UNIDADES LITOLÓGICAS

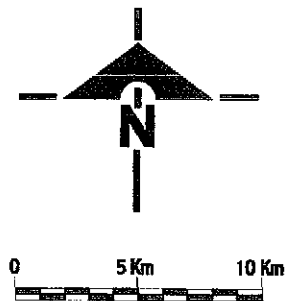
Subcuenca del Río Colotepec, Estado de Morelos



Fuente: CETENAL (1979, 1982a, 1984)

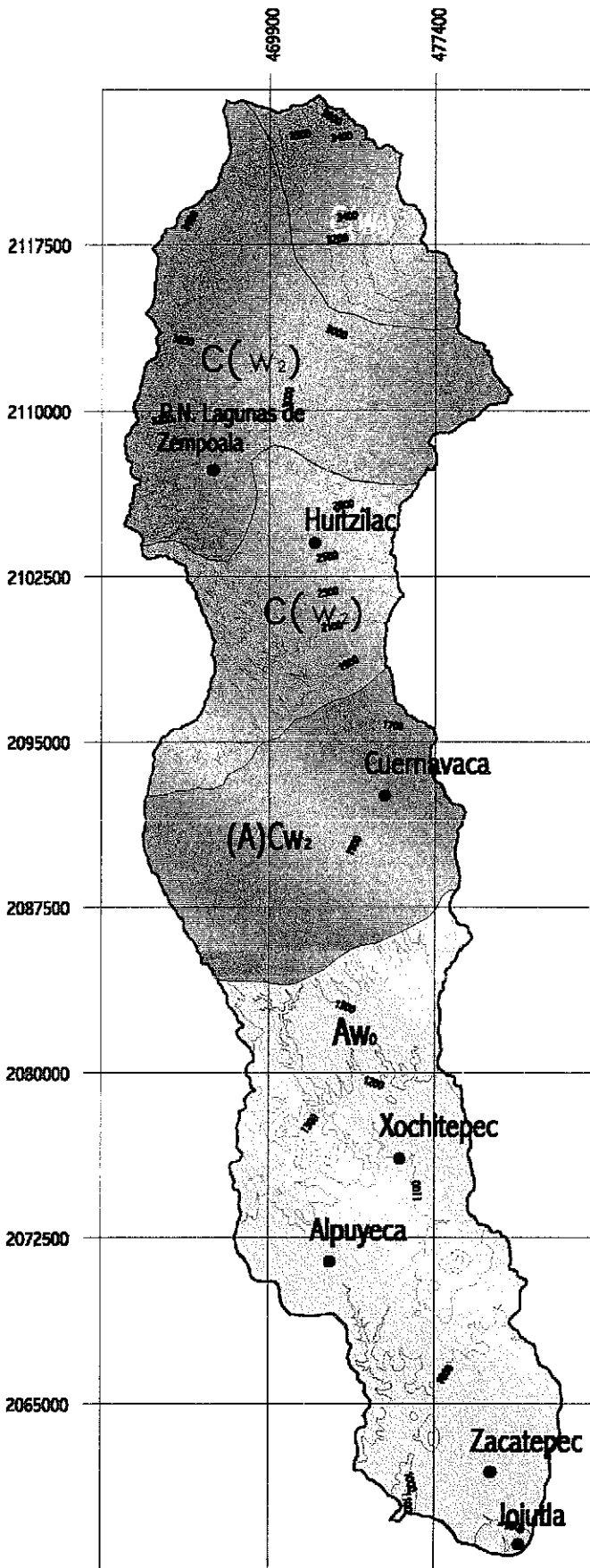
Tipos de roca

-  Basalto
-  Brecha volcánica
-  Arenkas y conglomerados
-  Calzas
-  Tobes
-  Aluvial
-  Residual
-  Igneas extrusivas ácidas
-  Riolitas y rioloditas
-  Lutitas y areniscas



Elaboró:
Fidel Martínez García
Facultad de Ciencias
Instituto de Geografía
UNAM, 2001.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN








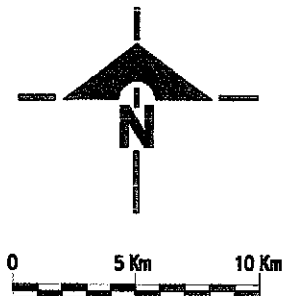
Fuente: INEGI (2000), <http://www.inegi.gob.mx>

Figura 5
MAPA DE UNIDADES CLIMÁTICAS

Subcuenca del Río Colotepec, Estado de Morelos.

TIPOS

-  Semifrio subhúmedo con lluvias en verano
-  Semifrio húmedo con abundantes lluvias en verano
-  Templado subhúmedo con lluvias en verano
-  Semicálido subhúmedo con lluvias en verano
-  Cálido subhúmedo con lluvias en verano



Elaboró:
 Fidel Martínez García
 Facultad de Ciencias
 Instituto de Geografía
 UNAM, 2001.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

4.2.3. Geomorfología

Los rasgos geomorfológicos característicos de la subcuenca corresponden en su mayoría a estructuras complejas; hacia el Norte se presenta un paisaje típicamente volcánico contrastante en cuanto a los materiales lávicos y a la edad de su emisión. Las rocas volcánicas más antiguas como las existentes al Norte de la subcuenca, relacionadas a un episodio oligo-miocénico, presentan un relieve prominente, están afectadas por una disectación fluvial intensa. Las emisiones más recientes, pertenecientes a un episodio Plio-Cuatemario, han dado origen a la edificación de estratovolcanes asociados a lavas dacíticas y andesíticas; y a conos menores asociados a extensas coladas de basalto; este último conjunto presenta una menor disectación fluvial (INEGI, 1979a).

Al pie de las grandes edificaciones volcánicas como los volcanes Zempoala y Tlalli de la Sierra de Las Cruces entre en Distrito Federal y Edo. de México, o los estratovolcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl al Este y fuera del área de estudio, en el pasado como en tiempos recientes acumularon importantes espesores de materiales de lahar y depósitos proluviales. Hacia la parte media y Sur de la subcuenca el relieve volcánico característico cubre una antigua morfología de rocas plegadas mesozoicas afectadas por fallas normales que conforman fosas estructurales. Los afloramientos de este antiguo relieve se localizan principalmente en los extremos Sur y Suroeste del área. Por ejemplo, las montañas plegadas observadas en las áreas de Xochicalco, Jojutla y Zacatepec (INEGI, 1979b).

Los ríos de la parte media y al Sur de la subcuenca, se encuentran bien integrados y han formado profundos cañones, en la mayoría de las veces con paredes casi verticales, como es el caso de los ríos que se encuentran al interior del Glacis de Buenavista. De acuerdo con Palacio (1982), el área en general se encuentra en una etapa geomorfológica de madurez y presenta un rejuvenecimiento expresado por la profunda incisión de los valles debido a la incrustación de las corrientes.

4.2.4. Edafología

Los tipos de suelo que se distribuyen en el área de estudio son 13, cuyos orígenes están asociados a residuos de rocas calizas, basálticas y andesíticas; cenizas producidas en eventos volcánicos del pasado y recientes; así como a materiales depositados por corrientes fluviales en las márgenes de ríos. De acuerdo con el área aproximada que cubre cada tipo de suelo se tiene lo siguiente: andosol con 220.4 km² (32%); feozem con 208.8 km² (29%); leptosoles (litosoles y rendzinas) con 110.2 km² (16%); vertisol con 95.2 km² (14%); acrisol con 46.4 km² (7%); regosol con 8.09 km² (1%); castañozem con 6.7 km² (0,8%); fluvisol con 1.6 km² (0,2%). Figura 6.

De acuerdo con SEPLAP (1985), Contreras y Urbina (1995), y SPP (1981), las características generales de los suelos con mayor cobertura son:

1. Andosol. Es un suelo típico de la porción Norte de la subcuenca, su origen es residual y volcánico a partir de cenizas; físicoquímicamente presentan cantidades de materia orgánica pero son ácidos y limitados en nutrientes, en consecuencia poco fértiles por lo que su uso agrícola es bastante limitado. Se encuentran en áreas en donde ha habido una actividad volcánica reciente y en condiciones naturales presentan bosque de pino y encino. Se caracterizan por tener una capa superficial de color negro, muy oscura o en ocasiones clara, de consistencia esponjosa y bastante suelta.
2. Feozem. Es un tipo de suelo común en lomeríos y planicies, así como en sus laderas; se distingue por presentar una capa superficial oscura, suave y rica en materia orgánica y nutrientes. Es común en la parte baja de la subcuenca entre los 1400 a los 900 de altitud.
3. Vertisol. Es un suelo particularmente fértil como tierra agrícola, pero de difícil trabajo ya que al ser arcilloso, se apelmaza y se endurece fácilmente. Por lo general se extiende sobre rocas sedimentarias, fundamentalmente conglomerados y areniscas como las que existen en la formación Cuernavaca.
4. Acrisol. Suelo que se caracteriza por tener acumulación de arcillas en el subsuelo; moderadamente susceptible a la erosión. Es común en las zonas altas del Norte de la subcuenca donde se distribuye el bosque de encino y bosque mixto, se extiende en su mayor parte sobre roca volcánica.
5. Leptosol (Litosol y Rendzinas) suelo somero, limitado por rocas, tepetate o caliche cementado. Se localiza en laderas, barrancas y malpais, así como en lomeríos y en algunos terrenos planos. Presenta una textura media, poco desarrollado y

está asociado con diversos tipos de vegetación; apto para la agricultura pero pronto se erosiona. Se ubica tanto al Sur como al Norte de la subcuenca sobre rocas volcánicas o calizas, margas y lutitas.

6. Regosol. Se caracteriza por no presentar capas u horizontes distintos. En general es claro y se parece bastante a la roca que subyace, cuando no es profundo. Se encuentra muchas veces acompañado de litosoles y de afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente somero, su fertilidad es variable y su uso agrícola está principalmente condicionado a su profundidad y al hecho de que no se presente pedregosidad. De susceptibilidad variable a la erosión, frecuente en las partes altas de la subcuenca donde predomina el bosque de encino y pino.
7. Fluvisol. Suelo común en los lechos de los ríos y planicies de inundación asociadas a barrancas y corrientes dentro de la subcuenca, se caracteriza por estar formado siempre por materiales acarreados por el agua y son poco desarrollados. Presenta muchas veces capas alternadas de arena, arcilla o grava, que son producto del acarreo de dichos materiales por inundaciones o crecidas relativamente recientes.

4.2.5. Hidrografía

La subcuenca presenta un patrón distintivo desde la cabecera de la subcuenca hasta su desembocadura; dicho patrón está regido principalmente por la geología. Hacia el Norte, la geología de origen endógeno volcánico de flujo lávico andésítico y basáltico facilita que las precipitaciones pluviales se infiltren por la permeabilidad de la roca, característica que da origen a ríos subterráneos y permite la recarga de acuíferos que afloran varios kilómetros hacia el sur, por esta razón en la cabecera de la subcuenca no se identifican cauces superficiales importantes de amplio desarrollo ya que éstos frecuentemente se pierden a unos cuantos cientos de metros para después volver a la superficie varios kilómetros hacia el Sur dando a forma a un drenaje paralelo-asimétrico en el área del Glacis de Buenavista, patrón que se mantiene hasta la desembocadura de la subcuenca (Aguilar, 1998).

4.3. Medio Natural

4.3.1. Vegetación

El gradiente altitudinal de la subcuenca permite el establecimiento de varios tipos de vegetación con especies de afinidad neártica y neotropical, característica que otorga al área de estudio una biodiversidad compleja. En términos generales, los tipos de vegetación que se distribuyen al interior de la subcuenca son el bosque de coníferas, representado el bosque de pino y el bosque de oyamel, los dos tipos más dominantes en el área, además de asociaciones de pino-encino y pino-aile; el bosque de *Juniperus*, el bosque de *Cupressus*. Y el bosque mixto de pino - encino y encino – pino, así como el bosque de encino.

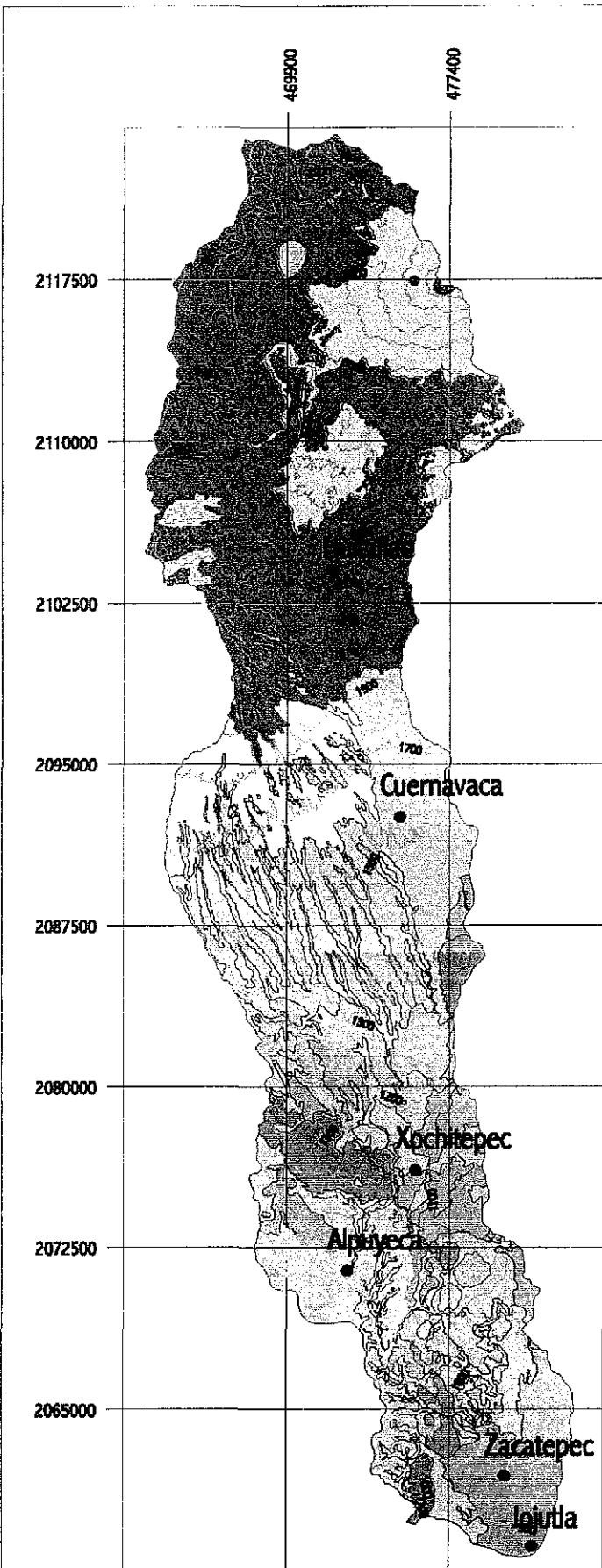
Las especies con afinidad neotropical pertenecen a la selva baja caducifolia y el bosque de galería. El último de carácter antropogénico es la vegetación inducida presentada por la selva baja secundaria y el pastizal inducido.

A continuación se incluye la caracterización general de los tipos mencionados, para este fin se consulto a Miranda y Hernández (1963) principalmente, se complementó con información de Rzedowski (1988). En la caracterización se consideraron además las opiniones de Contreras y Urbina (1995), Luna, Almeida y Llorente (1989); Monroy y Colín (1991) y Trejo y Hernández (1996). El orden de mención es de acuerdo al gradiente altitudinal de Norte a sur. Ver figura 7 y 8. esta última muestra la distribución de los tipos de vegetación a lo largo del gradiente.

BOSQUE DE CONÍFERAS

Está representado por los géneros *Pinus* y *Abies* principalmente, se distribuyen encima de rocas de origen volcánico, sobre todo andesitas y basaltos. La mayor cobertura del bosque de coníferas se desarrolla a altitudes por encima de los 2000, pero es más aparente a una altitud de 2700 m (cerca de las lagunas de Zempoala) y hasta los 3700 metros (laderas montañosas inferiores del Cerro del Ajusco). Se incluye en este grupo también a los géneros *Juniperus* y *Cupressus*, que se encuentran en una franja angosta a una altitud que va de los 1700 a los 2000 metros, en un piso altitudinal más bajo que de las comunidades de *Pinus* y *Abies*.

De acuerdo con Rzedowski (1988), la afinidad de los pinares por sustratos de origen volcánico puede tener causas de tipo histórico, y que la evolución de muchas especies mexicanas del género *Pinus* estuvo ligada cronológicamente con épocas de intensa actividad volcánica.



Fuente: CETENAL (1976, 1979) y SPP (1983)

Elaboró:
Fidel Martínez García
Facultad de Ciencias
Instituto de Geografía
UNAM, 2002.

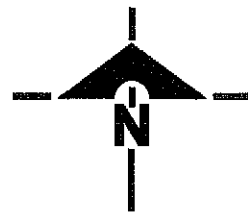
Figura 6

MAPA DE UNIDADES DE SUELO

Subcuenca del Río Colotepec, Estado de Morelos

UNIDADES

- Litosol - Andosol
- Andosol
- Feozem - Andosol
- Acrisol
- Litosol - Acrisol
- Vertisol - Feozem
- Rendzina
- Castañozem
- Regosol - Feozem
- Litosol - Feozem
- Fluvisol



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los bosques de *Pinus hartwegii* son los más resistentes de las coníferas en el área, soportan frecuentes nevadas y su extremo superior establece el límite de la vegetación arbórea en las cimas montañosas como el Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan. En altitudes por abajo de los 4000 *P. hartwegii* pueden tener estatura elevada (15 a 20 m), pero abajo de este piso altitudinal con frecuencia constituyen un bosque achaparrado (5 a 8 m de alto) y abierto, formando asociaciones con otras especies de pinos como *P. leiophylla*, *P. michoacana*, *P. montezumae*, *P. patula*, *P. pseudostrobus* o *P. teocote*.

La comunidad de *Abies religiosa* está bien representada pero en varios casos confinada o aislada muchas veces a cerros, laderas o cañadas que ofrecen condiciones microclimáticas peculiares; en opinión de Rzedowski (1988), la humedad es elevada y con precipitaciones superiores a los mil milímetros, sitios protegidos de la acción de los vientos fuertes y de la insolación intensa. Generalmente forma un piso por debajo del bosque de pino; es frecuente verlo en el área de influencia del P.N. Lagunas de Zempoala, Mesa Tabaquillos o en la ladera Sureste del Cerro La Cruz del Márquez.

El bosque de *Juniperus flaccida* se encuentra en forma de una faja transicional relativamente estrecha entre el bosque mixto de encino-pino y la selva baja, dicha franja se extiende aproximadamente a una altitud entre los 1700 a los 2000 metros. Los individuos crecen sobre suelos someros y pedregosos cerca del poblado de Buenavista del Monte y El Cebadal, al Oeste de Cuernavaca.

Los representantes de *Cupressus lindleyi* se distribuyen ocasionalmente en forma dispersa en la misma franja donde se presenta el género *Juniperus*, empero siempre asociados a las cañadas y sobre suelos profundos, donde las condiciones microclimáticas parecen favorecer la mayor presencia de humedad.

BOSQUES MIXTOS (pino encino y encino pino)

Después de las coníferas, constituyen la mayor parte de la cubierta vegetal en términos de cobertura vegetal. Los pinares y los encinares comparten condiciones ecológicas similares, en consecuencia los dos tipos de bosque con frecuencia conviven uno al lado del otro, formando complejas asociaciones a manera de bosques mixtos, lo que dificulta su interpretación y separación (Rzedowski, 1988).

BOSQUE DE *QUERCUS* (ENCINOS)

Los bosques de *Quercus* o encinares son comunidades vegetales propias de algunos barrancos y zonas montañosas y pueden observarse desde los 1400 a los 2700 m de altitud al Norte y noroeste de Cuernavaca, empero descienden hasta una altitud de 1500 metros por los barrancos de El Tecolote, La Tilapeña y El Sabino.

SELVA BAJA CADUCIFOLIA

De acuerdo con la descripción de Rzedowski (1988), esta comunidad vegetal denominada por él como bosque tropical caducifolio, incluye un tipo de vegetación propio de regiones de clima cálido y dominado por especies arbóreas que pierden sus hojas durante la época seca del año, generalmente alrededor de seis meses. Se distinguen de las demás comunidades vegetales, tanto por su fisonomía y fenología inconfundibles, como por su composición florística y por sus necesidades ecológicas. Muchas especies tienen cortezas de colores llamativos y superficie brillante, exfoliándose continuamente sus partes externas como es el caso de algunas especies del género *Bursera*. Es común observarla por abajo de los 1800, cerca de Cuernavaca, hasta los 800 por Jojutla de Juárez, en la desembocadura de la subcuenca, sin embargo sus límites de distribución van más allá de esta.

BOSQUE DE GALERÍA

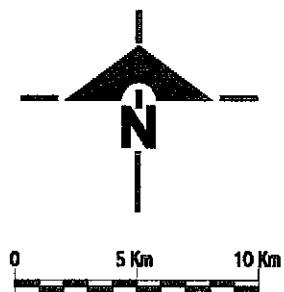
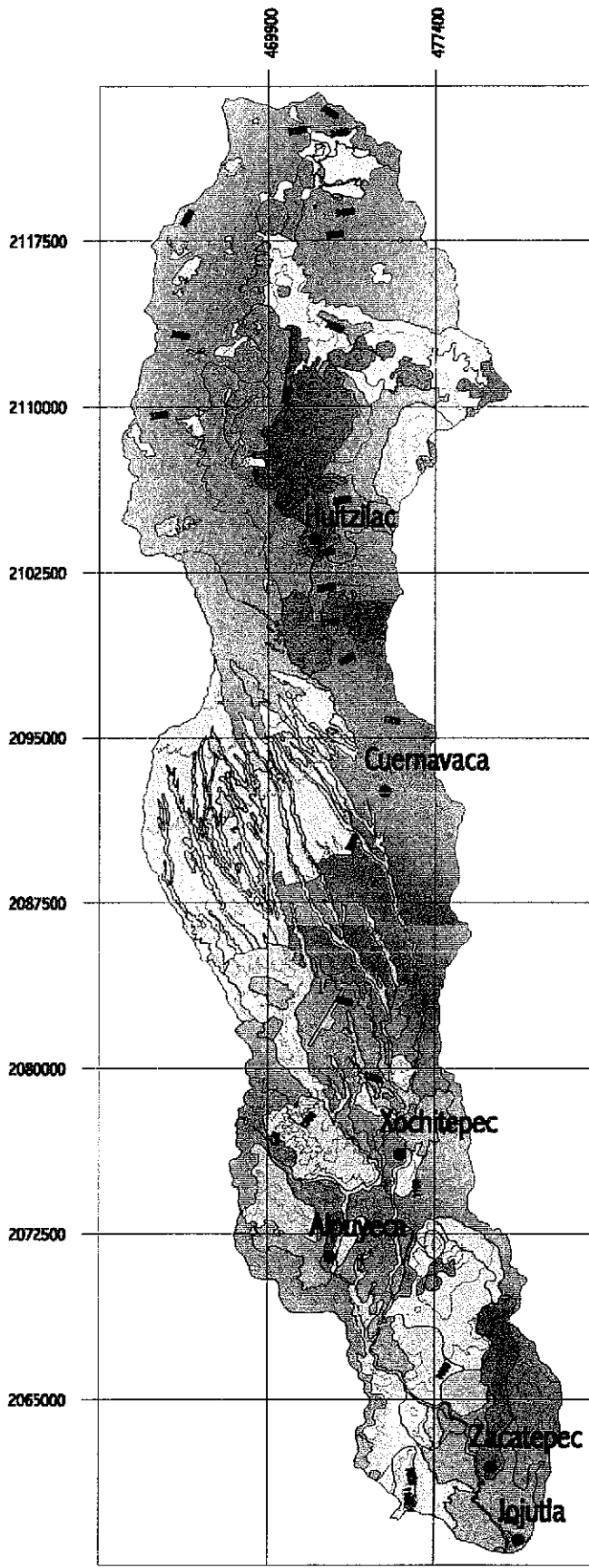
Corresponde a este tipo de vegetación las agrupaciones arbóreas que se desarrollan a lo largo de corrientes de agua más o menos permanentes. Fisonómica y estructuralmente es una comunidad heterogénea, pues la altura de sus integrantes varía de cuatro a más de 40 metros, además de albergar poblaciones con características perennifolias de éstas la especie más representativa es *Taxodium mucronatum*, aunque algunos de los componentes pueden tener hojas deciduas o semideciduas (Rzedowski, 1988). El bosque de galería es común verlo en franco descenso por las barrancas La Tilapeña a la altura de Temixco (a los 1400 m de altitud) hasta la desembocadura de la subcuenca; también es posible apreciarlo en la confluencia de las corrientes El Sabino y Los Sabinos cerca del poblado de Tetlana a los 1200 m de altitud.

Figura 7

MAPA DE USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN
Subcuenca del Río Colotepec,
Estado de Morelos

CLASIFICACIÓN

- Forestal bosque de coníferas (oyamel y pino)
- Forestal bosque de coníferas (pino)
- Forestal bosque mixto (pino-encino)
- Pastizal inducido
- Pastizal inducido y matorral
- Matorral
- Forestal selva baja
- Forestal selva baja-bosque de encino-bosque de galería
- Erosión
- Agricultura
- Agrícola y forestal (selva baja)
- Agrícola y pastizal inducido
- Mancha urbana
- Tiradero sanitario
- Banco de material
- Aeropuerto

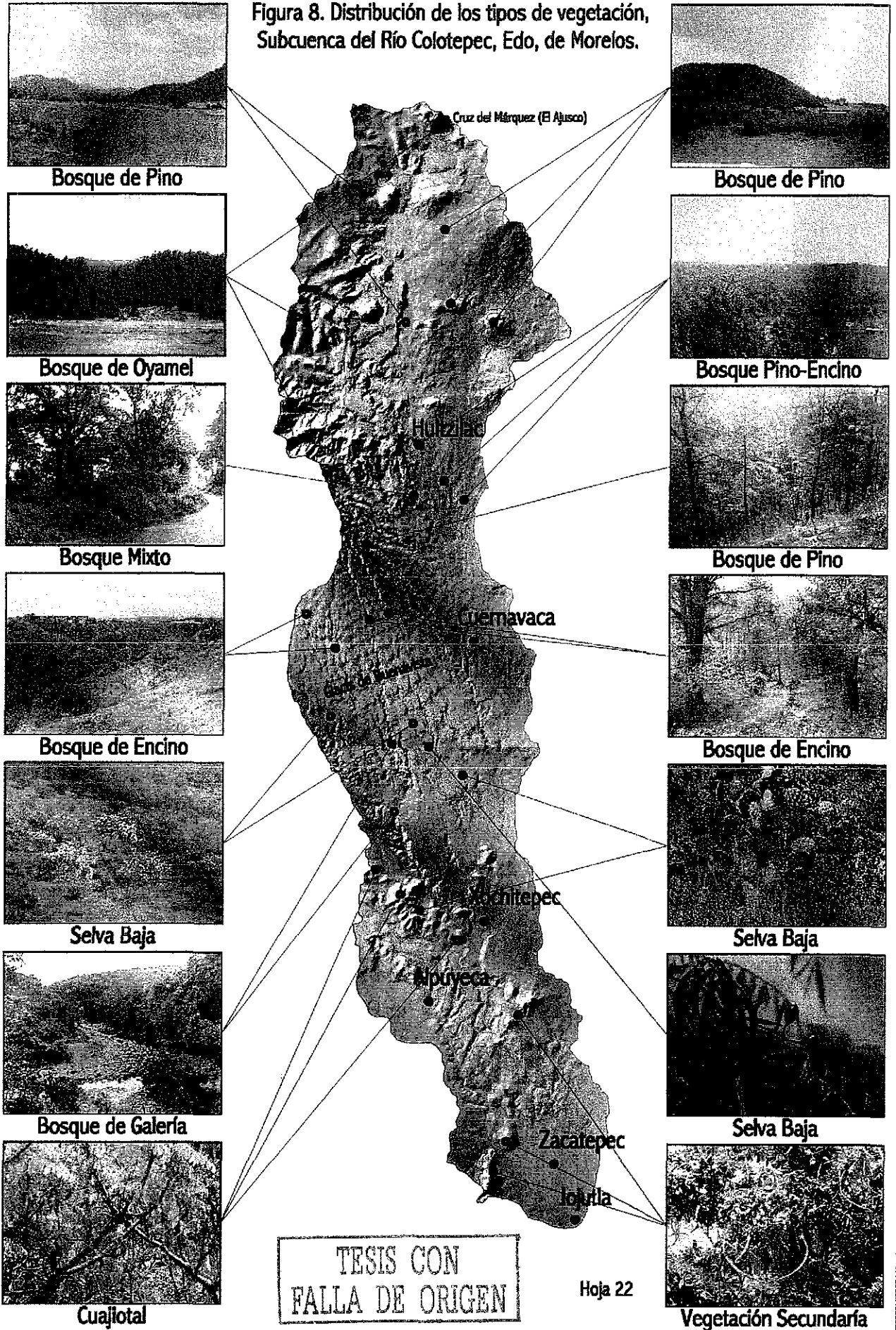


Fuente: Espaciomaps del INEGI (1995, 1996)

Elaboró: Fidel Martínez García
Facultad de Ciencias
Instituto de Geografía
UNAM, 2002.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 8. Distribución de los tipos de vegetación, Subcuenca del Río Colotepec, Edo. de Morelos.



VEGETACIÓN INDUCIDA

Selva baja secundaria.

Este tipo de vegetación es beneficiado por las actividades agrícolas o por incendios continuos de causas diversas. Las especies observadas comúnmente corresponden a *Acacia farnesiana* e individuos del género *Pithecellobium* con intercalaciones de individuos del género *Opuntia* e *Ipomoea*. Y especies como *Pseudosmodium perniciosum* (cuajilotes) asociado a *Brahea dulcis* y *Pithecellobium acatlense*. Con excepción de las tres últimas especies, las restantes no se le pueden asignar una ubicación específica ya que se puede encontrar en varios puntos dentro de la subcuenca.

Pastizal inducido

Esta comunidad está comúnmente representada por las gramíneas y con frecuencia se asocia con procesos sucesionales dentro de las comunidades vegetales. Su presencia está determinada en ocasiones por el clima, muchas otras son favorecidas, al menos en parte, por las condiciones del suelo o bien por el disturbio ocasionado por el hombre y animales domésticos, como el ganado caprino y vacuno.

Los diferentes pastizales y zacatonales parecen ser tipos frecuentes de vegetación secundaria que suceden a la destrucción del pinar. Rzedowski (1988), menciona que es común ver cómo el zacatonal de *Muhlenbergia*, *Festuca* y *Stipa* desplaza entre los 3000 y 4000 m de altitud a bosques de *P. hartwegii* destruidos por efecto de incendios y pastoreo. Para el caso de la subcuenca es común apreciar esta comunidad asociada a planicies tanto al Norte como al centro de la subcuenca.

5. MÉTODO

El conocimiento de la condición ambiental de una cuenca hidrológica y los recursos naturales que encierra, es un tema complejo en su interpretación cuando no se utiliza un enfoque y método que consideren su análisis espacial e integral.

Este análisis debe tener como fundamento:

- a) La delimitación de las unidades del terreno y las asociaciones de geoformas;
- b) El análisis del desarrollo geomorfológico y las causas que determinan el relieve, tanto endógenas (geológicas) como exógenas (climáticas);
- c) Información geométrica y morfográfica complementada con datos morfodinámicos, morfogenéticos y morfocronológicos;
- d) Información ambiental de climatología, edafología, hidrología, uso del suelo y vegetación.

El enfoque que resuelve, al menos en parte estas limitaciones, es el geomorfológico basado en el Sistema para el Levantamiento y Mapeo Geomorfológico del International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, ITC, de los Países Bajos (Verstappen y Van Zuidam, 1991).

El enfoque geomorfológico plantea tres tipos de levantamiento: el analítico, el sintético y el pragmático (Verstappen y Van Zuidam, 1991).

El levantamiento analítico está dirigido a la exclusiva delimitación de las unidades de mapeo e información geomorfológica con cierto detalle (cualitativa y descriptiva). El levantamiento sintético vincula la información obtenida con el levantamiento analítico y los factores del paisaje como geología, clima, relieve, litología, edafología, hidrología y vegetación. Finalmente, el levantamiento pragmático está encausado a investigar y delimitar zonas de riesgo: inundación, contingencia volcánica, entre otros.

El estudio que se consideró más conveniente para obtener una síntesis biofísica de las unidades ambientales en la subcuenca del río Colotepec, es el levantamiento geomorfológico sintético. En el proceso de descripción del relieve este tipo de estudios es intermedio y da como resultado una síntesis del paisaje y como producto un mapa geomorfológico. Sin embargo, la base de información de este estudio es el levantamiento analítico, en consecuencia son complementarios y el primero que se aborda.

La elección del enfoque geomorfológico en lo general y el levantamiento sintético en lo particular, está fundamentada en la sencillez de su aplicación y porque conjunta juicios precisos para la delimitación de las unidades ambientales biofísicas (UAB) de acuerdo a criterios morfogenéticos. Asimismo, la información requerida durante la delimitación y descripción de los factores

VEGETACIÓN INDUCIDA

Selva baja secundaria.

Este tipo de vegetación es beneficiado por las actividades agrícolas o por incendios continuos de causas diversas. Las especies observadas comúnmente corresponden a *Acacia farnesiana* e individuos del género *Pithecellobium* con intercalaciones de individuos del género *Opuntia* e *Ipomoea*. Y especies como *Pseudosmodium perniciosum* (cuajilotes) asociado a *Brahea dulcis* y *Pithecellobium acatlense*. Con excepción de las tres últimas especies, las restantes no se le pueden asignar una ubicación específica ya que se puede encontrar en varios puntos dentro de la subcuenca.

Pastizal inducido

Esta comunidad está comúnmente representada por las gramíneas y con frecuencia se asocia con procesos sucesionales dentro de las comunidades vegetales. Su presencia está determinada en ocasiones por el clima, muchas otras son favorecidas, al menos en parte, por las condiciones del suelo o bien por el disturbio ocasionado por el hombre y animales domésticos, como el ganado caprino y vacuno.

Los diferentes pastizales y zacatonales parecen ser tipos frecuentes de vegetación secundaria que suceden a la destrucción del pinar. Rzedowski (1988), menciona que es común ver cómo el zacatonal de *Muhlenbergia*, *Festuca* y *Stipa* desplaza entre los 3000 y 4000 m de altitud a bosques de *P. hartwegii* destruidos por efecto de incendios y pastoreo. Para el caso de la subcuenca es común apreciar esta comunidad asociada a planicies tanto al Norte como al centro de la subcuenca.

5. MÉTODO

El conocimiento de la condición ambiental de una cuenca hidrológica y los recursos naturales que encierra, es un tema complejo en su interpretación cuando no se utiliza un enfoque y método que consideren su análisis espacial e integral.

Este análisis debe tener como fundamento:

- a) La delimitación de las unidades del terreno y las asociaciones de geoformas;
- b) El análisis del desarrollo geomorfológico y las causas que determinan el relieve, tanto endógenas (geológicas) como exógenas (climáticas);
- c) Información geométrica y morfográfica complementada con datos morfodinámicos, morfogenéticos y morfocronológicos;
- d) Información ambiental de climatología, edafología, hidrología, uso del suelo y vegetación.

El enfoque que resuelve, al menos en parte estas limitaciones, es el geomorfológico basado en el Sistema para el Levantamiento y Mapeo Geomorfológico del International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, ITC, de los Países Bajos (Verstappen y Van Zuidam, 1991).

El enfoque geomorfológico plantea tres tipos de levantamiento: el analítico, el sintético y el pragmático (Verstappen y Van Zuidam, 1991).

El levantamiento analítico está dirigido a la exclusiva delimitación de las unidades de mapeo e información geomorfológica con cierto detalle (cualitativa y descriptiva). El levantamiento sintético vincula la información obtenida con el levantamiento analítico y los factores del paisaje como geología, clima, relieve, litología, edafología, hidrología y vegetación. Finalmente, el levantamiento pragmático está encausado a investigar y delimitar zonas de riesgo: inundación, contingencia volcánica, entre otros.

El estudio que se consideró más conveniente para obtener una síntesis biofísica de las unidades ambientales en la subcuenca del río Colotepec, es el levantamiento geomorfológico sintético. En el proceso de descripción del relieve este tipo de estudios es intermedio y da como resultado una síntesis del paisaje y como producto un mapa geomorfológico. Sin embargo, la base de información de este estudio es el levantamiento analítico, en consecuencia son complementarios y el primero que se aborda.

La elección del enfoque geomorfológico en lo general y el levantamiento sintético en lo particular, está fundamentada en la sencillez de su aplicación y porque conjunta juicios precisos para la delimitación de las unidades ambientales biofísicas (UAB) de acuerdo a criterios morfogenéticos. Asimismo, la información requerida durante la delimitación y descripción de los factores

ambientales, se obtiene básicamente de la cartografía temática del INEGI (geología, topografía, edafología, hidrología, uso del suelo y vegetación); de fotografía aérea, que está a disposición en escalas entre 1:20 000 y 1:250 000, para prácticamente todo el territorio nacional. Y de espaciomapas, con cubrimiento estatal o en escala 1:250 000, este último imprescindible para la obtención de una imagen lo más reciente posible sobre el uso del suelo.

Otro aspecto importante es la generación de información condensada y sistemática sobre las formas del terreno, los procesos geomorfológicos y los fenómenos ambientales asociados; aspectos fundamentales para una interpretación integral de un espacio geográfico (López-Blanco, 1994), donde el trabajo de campo es fundamental para apoyar los aspectos teóricos.

Aunque existen ciertas similitudes entre el esquema metodológico propuesto por la SEDUE (1988), para la delimitación de unidades ambientales y el enfoque geomorfológico basado en criterios de geomorfología sintética, no se empleó este por las siguientes razones: no está claramente especificado en el esquema metodológico propuesto por la SEDUE (1988), el proceso para la delimitación de las unidades naturales; se mezclan diversas escalas en el análisis y delineación de estas; no considera a los procesos modeladores del relieve (exógenos y endógenos) que determinan el origen y dinámica de las unidades, y no se toman en cuenta enfoques y conceptos geomorfológicos actuales, el criterio más aplicado en el esquema metodológico, es el topográfico. Estas consideraciones están planteadas por López-Blanco (1994), de las que en lo personal se está de acuerdo y que fue posible corroborar en la práctica.

5.1. Caracterización de las unidades ambientales biofísicas

Se consideraron tres etapas principales: a) la delimitación de las unidades ambientales biofísicas de acuerdo a las características físicas del relieve; b) la delineación de las unidades mayores (UM). Y c) la descripción del entorno natural que complementa la caracterización de las unidades ambientales biofísicas y las unidades mayores. El proceso metodológico utilizado se describe gráficamente en las figuras 9, 10 y 11.

5.1.1. Delimitación

La proyección de las unidades ambientales mediante la aplicación del enfoque geomorfológico del ITC, se basa en cuatro características básicas del relieve:

1. Su origen. Asociado en términos generales a dos procesos fundamentales:
 - Los endógenos, producto de fuerzas internas del planeta, ya sea tectonismo o vulcanismo.
 - Y los procesos exógenos o modeladores del relieve, en la que intervienen dos fuerzas importantes, la denudación (erosión) y la depositación. Por lo común los procesos exógenos tienden a modificar las formas originadas por el tectonismo y el vulcanismo.
2. Por el tipo de relieve, representado de manera general por: planicies, piedemontes, laderas de montaña y lomeríos.
3. Por la temporalidad o edad de las rocas, de las estructuras y de las geoformas.
4. Finalmente por las clases del relieve, relacionado con las propiedades cuantitativas o geométricas de las unidades a delimitar: pendiente, altitud y orientación. Por ejemplo laderas de montaña altas o medias; lomeríos bajos, medios o altos.

El proceso de delimitación consideró: a) el acopio de materiales de apoyo; b) la fotointerpretación; y c) el procesamiento, análisis de información y obtención de productos.

a) Acopio de materiales de apoyo.

5. Se reunió fotografías aéreas en escala 1:75 000 y cartas temáticas de la CETENAL y el INEGI sobre geología, clima, topografía, edafología y vegetación, en escala 1:50 000 y 1:250 000. Para el caso del uso del suelo y vegetación se emplearon espaciomapas en escala 1:250 000 y 1:175 000 (estatal) lo que posibilitó tener una imagen del tema lo más actualizada posible.

b) Fotointerpretación

El material fotográfico fue utilizado para la delimitación de las unidades ambientales biofísicas por fotointerpretación. De esta forma se obtuvo una visión inicial de las unidades y una descripción básica de las formas observadas (Zuidam, 1986).

Figura 9. Proceso de caracterización del entorno natural de la subcuenca.

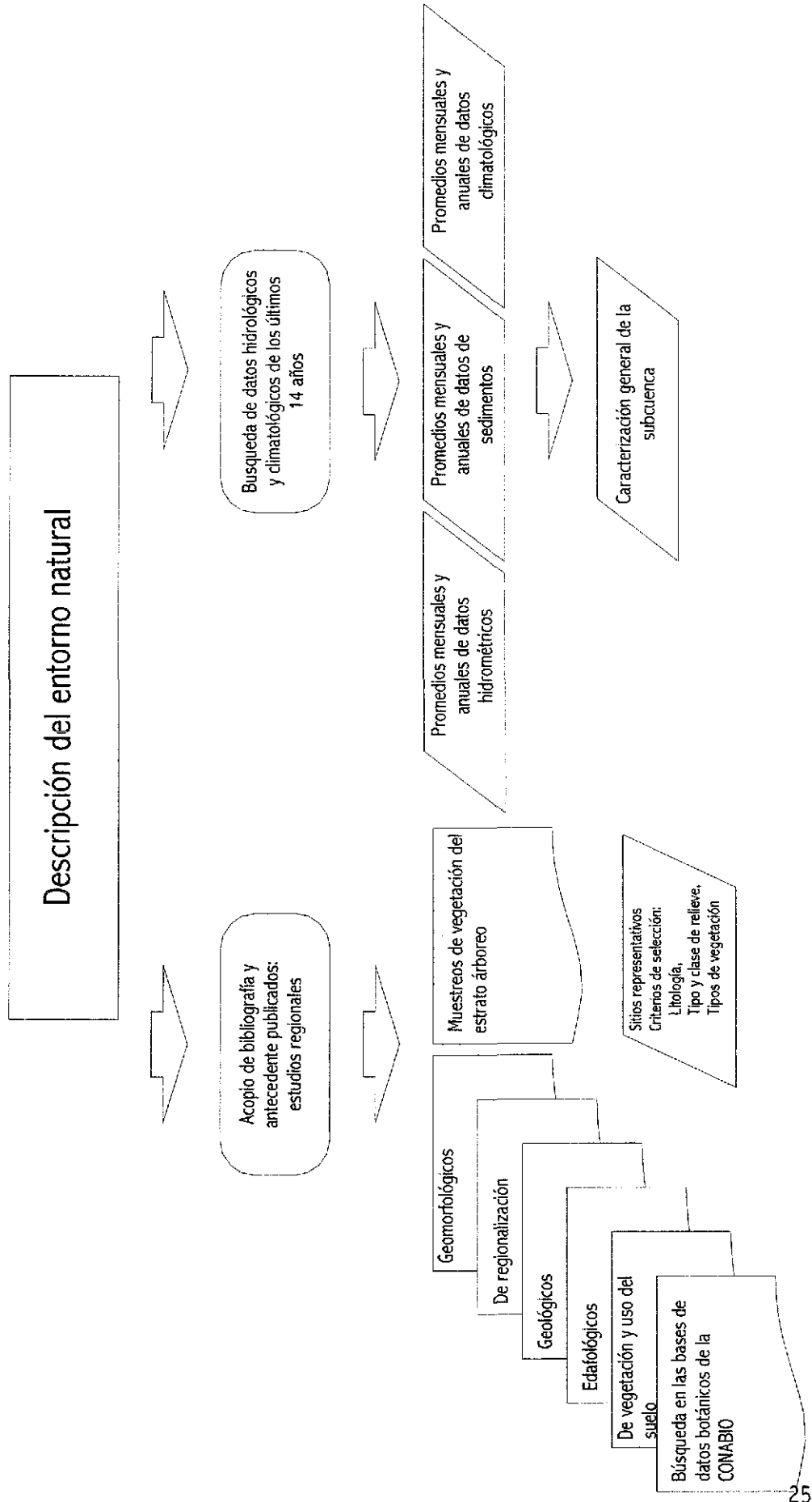
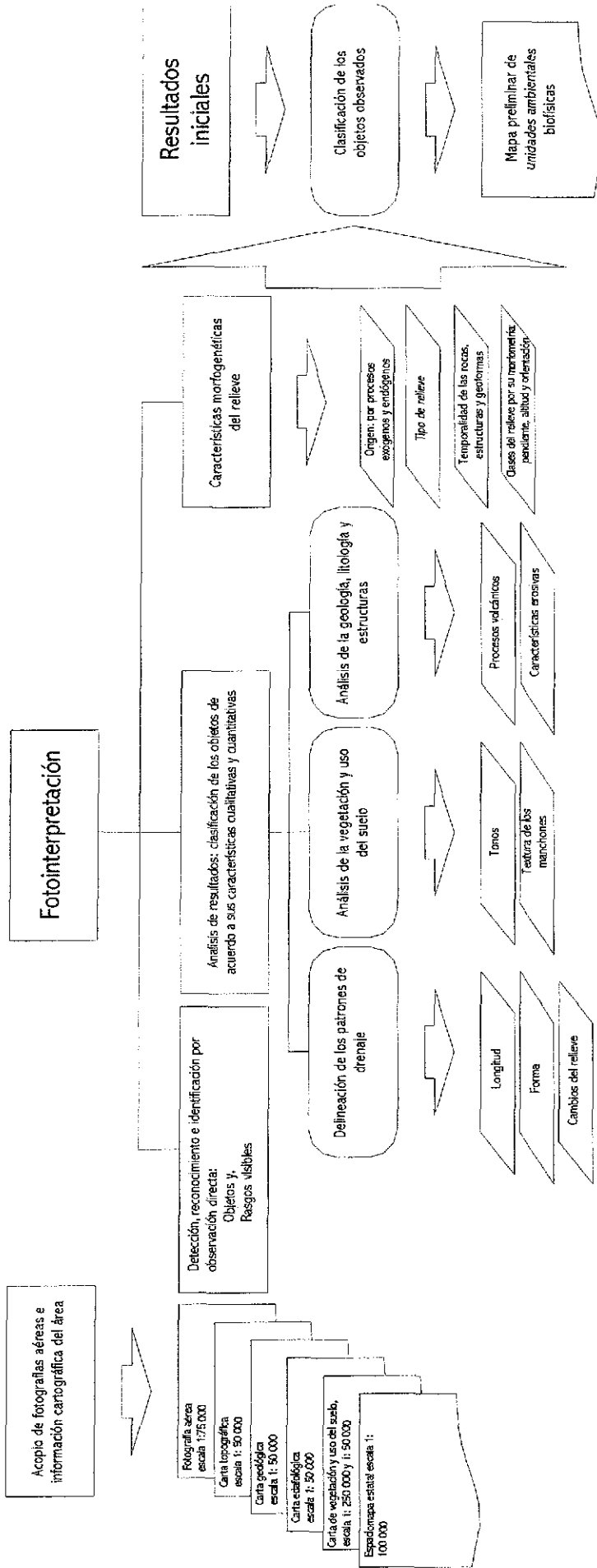
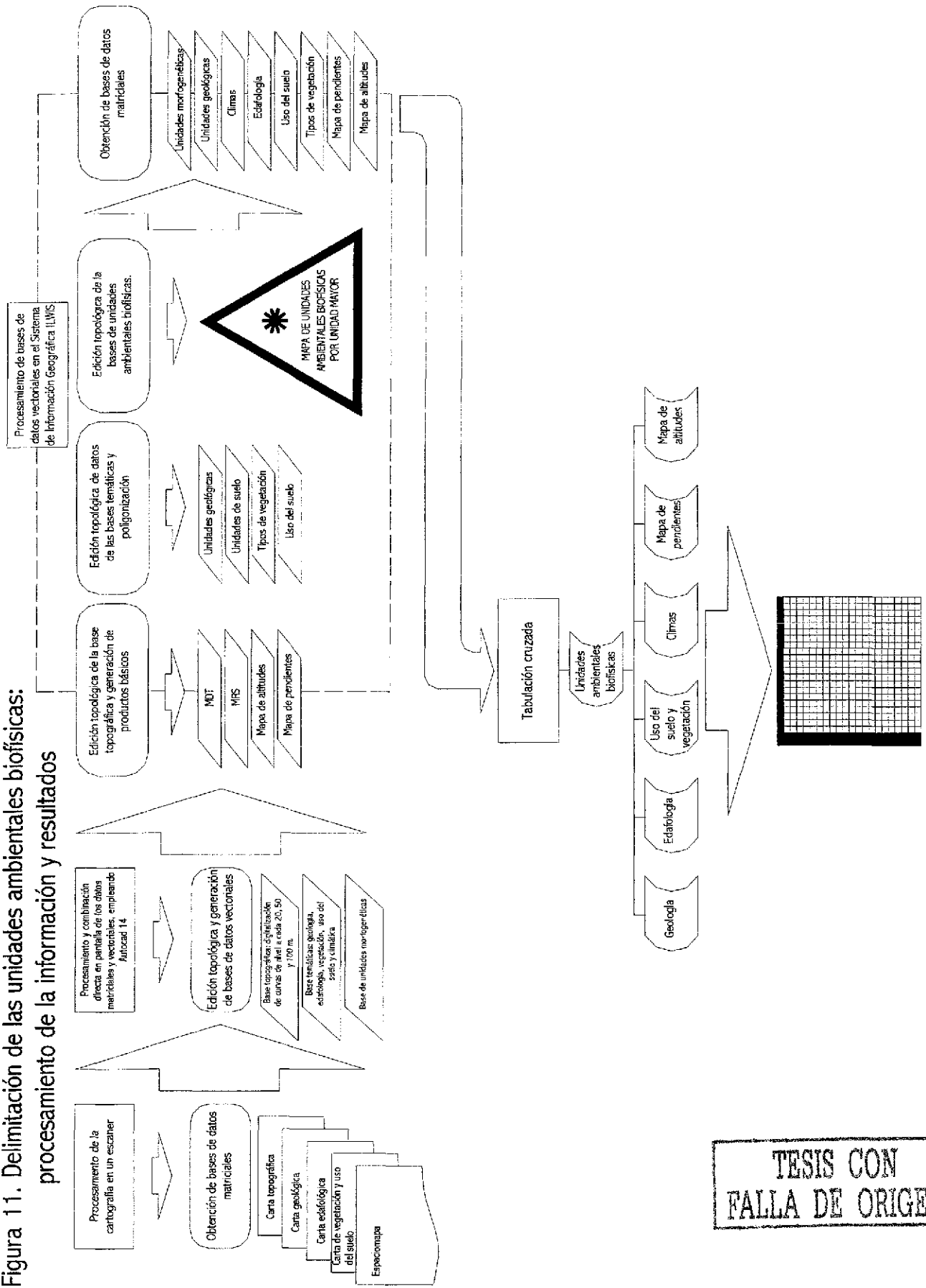


Figura 10. Delimitación de las unidades ambientales biofísicas: acopio de información y fotointerpretación.



TESIS CON
PATINA DE ORIGEN

Figura 11. Delimitación de las unidades ambientales biofísicas: procesamiento de la información y resultados



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

El proceso consideró:

1. La observación directa para la detección, reconocimiento e identificación de los objetos y rasgos visibles presentes en la fotografía aérea.
2. El análisis de los resultados obtenidos en el paso anterior, clasificando los objetos de acuerdo a sus características cualitativas y cuantitativas como:
 - La delineación de los patrones de drenaje, de acuerdo a la longitud, forma y cambios del relieve.
 - El análisis de la vegetación y uso del suelo. Existencia de zonas de transición como indicadores de diferentes tipos de vegetación y densidad o altura de los individuos. Los tonos y la textura de los manchones observados por fotointerpretación es un criterio bastante útil para delimitar las formas, contribuyó al análisis la consulta de la carta de uso del suelo y vegetación en escala 1:50 000 publicada por el INEGI.
 - El análisis de la geología, litología y estructuras geológicas. La geología puede distinguirse a través de procesos volcánicos y características erosivas. También como en el caso anterior, la consulta de las cartas de geología en escala 1:250 000 editadas por el INEGI, facilita la delimitación de las unidades y complementa el análisis dentro del área en estudio.
 - El análisis y clasificación de las unidades de mapeo y sus detalles con base en los tipos del relieve, litología y procesos morfogénicos. Por ejemplo, laderas de montaña de origen endógeno volcánico del Terciario, o planicies de origen exógeno acumulativo del Cuaternario, entre otros.

c) Procesamiento, análisis de información y obtención de productos.

La información resultante de la fotointerpretación se incorporó a las cartas topográficas en escala 1:50 000, obteniendo así un mapa geomorfológico preliminar con las unidades ambientales biofísicas; el mapa se complementó con la evaluación inicial de las características geométricas del relieve.

La generación de las unidades ambientales biofísicas de la subcuenca se realizó con un sistema de información geográfica (SIG). Su utilización se sustentó en la opinión de López-Blanco (1994), en el sentido que los levantamientos geomorfológicos son generadores de grandes volúmenes de información espacial y geográfica cuyo procesamiento de integración y análisis solo sería posible con un SIG. Estas herramientas son indispensables en la planeación regional y ordenamiento territorial; con su aplicación ha sido posible sustentar propuestas de aprovechamiento de los recursos naturales y desarrollo urbano (Brown, 1994) (Driscoll, 1994) (Moreno-Sánchez, 1993) (López-Blanco, 1998).

El programa utilizado fue: el Sistema de Información Geográfica ILWIS, apoyado con un diseñador asistido por computadora, AutoCAD 14.

Con el empleo de las cartas topográficas a escala 1:50 000 y un escáner se obtuvieron las imágenes en formato raster (bases de datos matriciales) correspondientes al área de la subcuenca. Además de las imágenes temáticas de las cartas en escala 1:50 000 de geología, clima, edafología, de vegetación y uso del suelo, editadas por la SPP y el INEGI.

El mosaico de imágenes de topografía y temáticas se importaron al diseñador de AutoCAD (Versión 14) para su corrección, georreferenciación y procesamiento; el uso del diseñador permitió procesar y combinar directamente en pantalla los datos matriciales (raster) y vectoriales en un mismo dibujo.

A partir del mosaico de imágenes topográficas se generó una base topográfica en formato vector del área de estudio digitalizando las curvas de nivel con equidistancia a 100, 50, 20 y 10 metros; la captura de la mayor cantidad de curvas de nivel fue indispensable para generar posteriormente un modelo digital del terreno que reflejara las condiciones del relieve lo más real posible.

Sobre el mismo mosaico de imágenes de la topografía se digitalizaron las unidades ambientales biofísicas delimitadas previamente por fotointerpretación, obteniendo así la base vectorial correspondiente. El uso de esta base topográfica permitió al mismo tiempo tener una referencia del relieve para su posterior clasificación de acuerdo a la geometría y tipo; asimismo, facilitó la delimitación de las unidades al ser verificada con la base topográfica.

Con base en la altura relativa (en metros), las formas del relieve se clasificaron en nueve categorías: laderas de montaña altas (mayores a los 300 m); laderas de montaña medias (entre 250 y 299 m); laderas de montaña bajas (entre 200 y 249 m); lomeríos altos (entre 150 y 199 m); lomeríos medios (entre 100 y 149 m); lomeríos bajos (entre 40 y 99 m); planicies (menores de 40 m); barrancos (variable) y piedemontes (variable).

Nuevamente con el diseñador y el mosaico de imágenes temáticas (raster) de geología, clima, edafología, de vegetación y uso del suelo, se generaron las bases digitales temáticas inherentes, en formato vector; Las bases temáticas y la topográfica, posteriormente se convirtieron a formato DXF para continuar su procesamiento en el SIG ILWIS.

Con la base vectorial de las unidades ambientales biofísicas fue posible generar con el empleo de ILWIS, previa edición topológica, la poligonización, el tabulado y posterior generación del mapa final de 305 unidades. Con el mismo procedimiento y las bases vectoriales de las unidades de geología, clima, edafología, de vegetación y uso del suelo, se generaron los mapas temáticos correspondientes.

Con la base vectorial topográfica y el SIG ILWIS, se obtuvieron: el modelo digital del terreno, el modelo de relieve sombreado, el mapa de altitudes y el mapa de pendientes. Para una descripción a detalle de estos modelos consultar a Palacio y Luna González (1993). Figura 12, 13, 14 y 15.

Las bases en formato raster, tanto temáticas, de las unidades ambientales biofísicas, del modelo de pendientes, como del modelo de altitudes, se utilizaron para la tabulación cruzada, generando en consecuencia estadísticas de cada dato. Los resultados de este cruce de información fueron la base para el análisis individual de cada unidad ambiental delimitada de acuerdo a sus atributos particulares de pendiente, altura relativa, altitud, área, geología, litología, tipo de suelo, uso del suelo y vegetación, obteniendo de esta forma la síntesis con las unidades ambientales biofísicas que se incluye en la tabla 26.

5.1.2. Delineación de unidades mayores

Fundamentalmente con base en criterios geomorfológicos y depurado con información de geología, clima y vegetación, las 305 unidades ambientales biofísicas se agruparon en ocho unidades mayores. Cada unidad mayor, abreviado "UM", recibió un nombre toponómico de acuerdo con el poblado o poblados más cercanos y rasgo del relieve dominante. Como resultado se obtuvieron: UM 1. Laderas de montaña "Zempoala Tlalli Ajusco"; UM 2. Laderas de montaña "Tres Marías-Mezontepec"; UM 3. Laderas de montaña "El Pelado-Tabaquillo-La Gloria"; UM 4. Piedemonte "Cuernavaca-Buenavista"; UM 5. Lomeríos "Tres de Mayo -Atacholoaya"; UM 6. Lomeríos de "Acatlipa"; UM 7. Lomeríos del "Cerro de Colotepec"; y UM 8. Planicies de "Alpuyeca-Lojutla"

En la sección de resultados, las unidades mayores contienen por separado una descripción general de acuerdo a su origen geológico; tipo de relieve con el número de unidades ambientales biofísicas involucradas, área en hectáreas, por ciento relativo del área de acuerdo al total de la subcuenca, y una tabla resumen de las unidades en cada unidad mayor.

Incluye además, los tipos de suelo predominantes; hidrología (patrón hidrológico y cuerpos de agua distintos; tipo o tipos de vegetación representativos y una tabla con los resultados de la determinación del Índice de Dominancia obtenidos en diferentes sitios de muestreo establecidos y presencia de áreas naturales protegidas y sus implicaciones.

Finalmente se describe la condición ambiental de la unidad mayor de acuerdo a las observaciones realizadas en recorridos de campo y datos obtenidos por fuentes documentales. Incluye esta descripción aspectos generales de la vegetación de acuerdo al grado de conservación; dependiente de la disponibilidad de información para cada unidad mayor, en algunos casos se menciona la hidrología enfocada al estado del recurso agua y factores que afectan su calidad. En complemento a la descripción de la condición ambiental, se incluyen las estadísticas de la cobertura (en hectáreas) por tipo de uso del suelo, obtenida por tabulación cruzada entre la base de datos de uso del suelo y las unidades ambientales biofísicas, utilizando el SIG ILWIS.

5.2. Descripción del entorno natural

Se realizó el acopio, revisión y análisis de bibliografía de estudios previos del área de acuerdo a los temas de geología, geomorfología, regionalización, edafología, hidrología y uso del suelo. Se reunió también información hidrológica de la subcuenca de promedios mensuales y anuales de datos hidrométricos, de sedimentos y climatológica, con registros disponibles por un periodo de entre 10 y 14 años, obtenida del banco nacional de datos de aguas superficiales. (IMTA, 1996). Con esta información se realizó la caracterización general de la hidrología y climatología.

Para la descripción general de la vegetación y flora, se procedió la búsqueda de información publicada en tesis, libros y revistas especializadas; además de cualquier otro estudio realizado en la subcuenca o áreas adyacentes.

En complemento a la revisión bibliográfica al enfoque geomorfológico, se llevaron a cabo recorridos de campo por diferentes sectores de la subcuenca para la realización de observaciones. Asimismo, se realizaron 33 muestreos de campo para seis de las ocho unidades mayores descritas en el inciso anterior, las unidades mayores 6 y 8 no se consideraron por ser casi en su totalidad áreas urbanas. Los sitios de muestreo fueron seleccionados con base en cinco criterios: geología, tipo de roca, tipo y clase de relieve, así como tipo de vegetación; de este criterio fue considerando desde el bosque de coníferas, al Norte de la subcuenca; la vegetación de transición de la sección media; hasta la selva baja característica de la porción media y Sur de la subcuenca.

Los muestreos de vegetación se ejecutaron desde diciembre de 1999 hasta abril del 2000 en 15 visitas de campo, cubriendo un área de 16000 m². La técnica empleada durante los muestreos consistió en el muestreo con área. Debido a la gran extensión de la subcuenca, sólo se consideró en la evaluación al estrato arbóreo; en forma complementaria se incluyó una descripción general de cada sitio donde se mencionan las condiciones ambientales locales observadas.

En cada sitio de muestreo se delimitaron cuadrantes de 500 m² y cada uno fue dividido en subcuadrantes de 100 m² (Osorio, 1996). En cada subcuadrante, en forma individual a cada espécimen se le midió el perímetro a la altura del pecho (PAP).

Los resultados del trabajo de campo fueron la base del análisis de datos para calcular el *Índice de dominancia* de las especies (ID) (Franco, 1985) y (Osorio, 1996). Se utilizó este índice por ser una técnica rápida que permite el estudio de áreas extensas en poco tiempo; es cualitativa y económica al no requerir de equipo sofisticado; y permite incluir en una variable criterios de cobertura, frecuencia y densidad. El procedimiento fue el siguiente.

Con los resultados de la medición del perímetro a la altura del pecho (PAP), se calculó la *cobertura* o área total ocupada por cada individuo, utilizando la fórmula 1. La *cobertura en porcentaje* se obtuvo con la fórmula 2. La *frecuencia* expresada en % correspondió al número de subcuadrantes de muestreo en que apareció el individuo en estudio por cada especie. Y la *densidad* al número de individuos de cada especie por unidad de área en m². El *Índice de dominancia* de cada especie por área muestreada derivó de la fórmula 3. Para un análisis más sencillo de este índice, se obtuvo el ID en porcentaje con la fórmula 4.

La colecta de especímenes se realizó únicamente de aquellos que no pudieran ser identificados directamente en campo; partes de la planta como ramas, flores y frutos fueron separados del individuo y puestos en una prensa para su traslado y posterior identificación del espécimen. El proceso de identificación de las especies fue por comparación, utilizando imágenes publicadas de los especímenes estudiados o por las características descriptivas publicadas por cada espécimen en libros o revistas, para este fin se consultaron a Flores y Martínez (1990), Monroy y Taboada (1990), Valencia (1995), Palacios (1968).

Asimismo, la identificación de especímenes fue también por medio de la consulta en Internet de las bases de datos botánicas de la SeMaRNT (www.semarnat.gob.mx/pfnm3), el INBIO (Instituto Nacional de Biodiversidad) de Costa Rica (darnis.inbio.ac.cr/ubis); el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (plants.usda.gov) y Jardín Botánico de Missouri (mobot.mobot.org/w3t/search/image/imagefr.html). No fue necesaria una consulta exhaustiva para la identificación en bases botánicas o herbarios con acervos más especializados como el MEXUB, ya que la mayoría de los especímenes colectados son comunes y bastante conocidos, a tal grado que con el simple conocimiento del nombre común y datos de distribución, fue posible llegar al nombre científico de las especies.

Formula 1

$$C(\text{cobertura}) = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot \left(\frac{PAP}{\pi}\right)^2}{4} = \frac{PAP^2}{4\pi}$$

Formula 2

$$C(\%) = \frac{ni}{\sum n} \cdot 100$$
$$n = \frac{PAP^2}{4\pi}$$

Formula 3

$$ID = \text{Cobertura}(\%) \cdot \text{Frecuencia}(\%) \cdot \text{Densidad}(\text{No. de Ind/m}^2)$$

Formula 4

$$ID(\%) = \frac{ni}{\sum n} \cdot 100$$

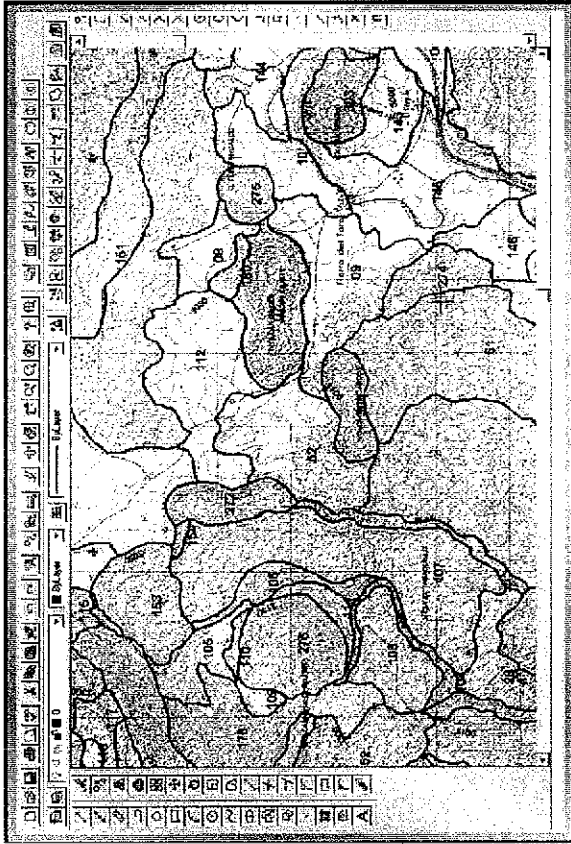


Figura 13. Captura en pantalla de la delimitación de las unidades ambientales biofísicas.

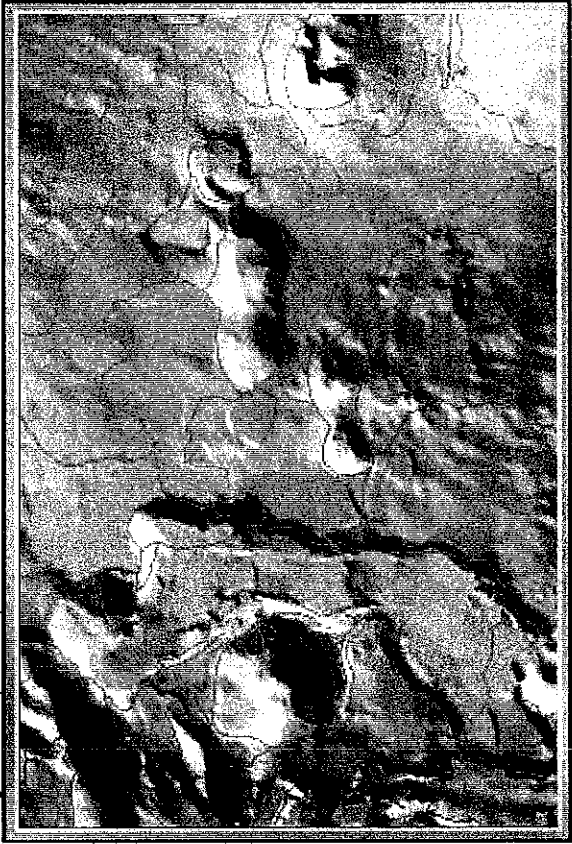


Figura 15. Generación del modelo de relieve sombreado con el SIG ILWIS.

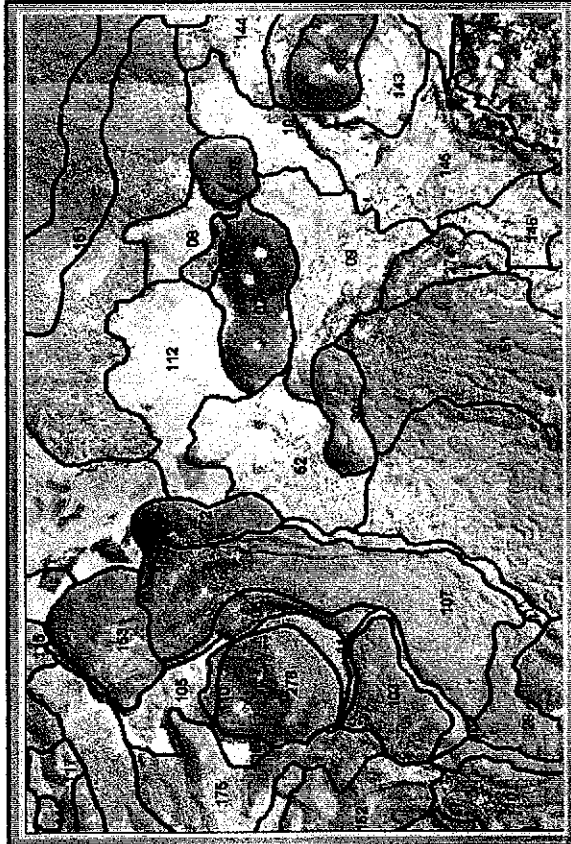


Figura 12. Proceso de fotointerpretación y delimitación de unidades ambientales biofísicas.

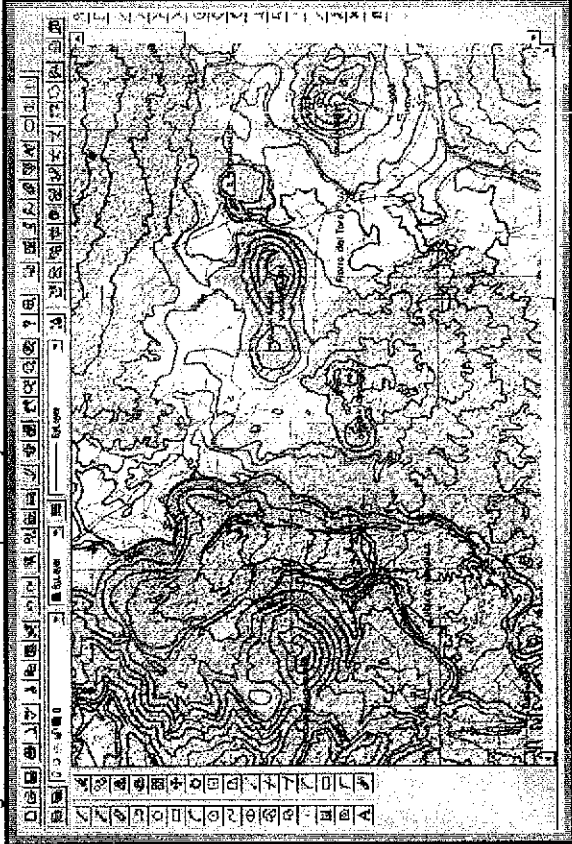


Figura 14. Captura en pantalla de la base temática de topografía.

De forma complementaria al trabajo de campo y revisión bibliográfica, se solicita la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 1999), una búsqueda de registros botánicos y sitios de colecta realizados en parajes próximos al área de estudio o dentro de la misma. Los resultados de la consulta de la información obtenida permitieron corroborar la distribución de varias de las especies del estrato arbóreo por tipo de vegetación.

Al considerar que 1998 fue un año atípico por las consecuencias ambientales que trajo como secuela el paso del fenómeno meteorológico El Niño, se recabo de delegación de la SEMARMAP, en el Edo. de Morelos, información de las estadísticas relacionadas con los incendios manifestados en el área de la subcuenca durante ese año. Esta información sirvió para determinar los efectos que tuvo el fuego particularmente en las UM 1, 2 y 3, área Norte de la subcuenca.

A lo largo del documento se mencionan una serie de términos geomorfológicos no de todos conocidos, por esta razón al final se incluye un glosario, que permitirá conocer el significado básico de cada vocablo utilizado.

6. RESULTADOS

6.1. Regionalización y unidades ambientales biofísicas de la subcuenca

Se delimitaron 305 unidades ambientales biofísicas que en conjunto ocupan un área de 69752 hectáreas (697.52 km²), las que se agruparon en las unidades mayores: UM 1. Laderas de montaña "Zempoala Tlalli Ajusco"; UM 2. Laderas de montaña "Tres Marías-Mezontepec"; UM 3. Laderas de montaña "El Pelado-Tabaquillo-La Gloria"; UM 4. Piedemonte "Cuernavaca-Buenavista"; UM 5. Lomeríos "Tres de Mayo -Atlacholoaya"; UM 6. Lomeríos de "Acatlpa"; UM 7. Lomeríos del "Cerro de Colotepec"; y UM 8. Planicies de "Alpuyeca-Jojutla", figuras 16 y 17.

El gradiente altitudinal de la subcuenca desde la sección sur hasta la sección Norte va desde los 3930 metros de elevación, en el Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan, hasta los 890 metros, en el poblado de Jojutla, Morelos. Ver figuras 18, 19, 20, 21, 22 y la figura 23, esta última muestra con fotografías los diferentes tipos de relieve que se presentan en la subcuenca. y tabla 26

6.1.1. UM 1. Laderas de montaña "Zempoala Tlalli Ajusco"

Se localiza en lo que se ha denominado Andesita Zempoala del Plioceno; se caracteriza por la presencia de roca andesítica. El área presenta un paisaje típicamente volcánico que se distribuye en los alrededores de las lagunas de Zempoala, municipio de Ocuilán, Edo. de México y Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan, sección Norte de la subcuenca y noroeste de la entidad de Cuernavaca (INEGI, 1979a); según Mooser (1996), estas unidades pertenecen a dos complejos volcánicos: El complejo Tlalli - Zempoala y el complejo San Miguel Contreras, que forman parte de un complejo mayor conocido como Sierra de Las Cruces perteneciente este último, a la cadena de grandes volcanes mayores, llamada Sierras Mayores. Fue en el Pleistoceno que estas estructuras alcanzaron su máximo desarrollo. Sin embargo, sus principios comienzan probablemente en el Plioceno Superior. El clima predominante es el semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano.

Se integra de 44 unidades ambientales biofísicas que ocupan un área de 5825 hectáreas, lo que representa el 8.4% de la subcuenca, figura 18 y tabla 26. Se encuentra entre los municipios de Ocuilán, Coatepec y Xalatlaco, en el Edo. de México; la Delegación Tlalpan, Distrito Federal; y una pequeña sección dentro del municipio de Huitzilac, Morelos.

De forma complementaria al trabajo de campo y revisión bibliográfica, se solicita la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 1999), una búsqueda de registros botánicos y sitios de colecta realizados en parajes próximos al área de estudio o dentro de la misma. Los resultados de la consulta de la información obtenida permitieron corroborar la distribución de varias de las especies del estrato arbóreo por tipo de vegetación.

Al considerar que 1998 fue un año atípico por las consecuencias ambientales que trajo como secuela el paso del fenómeno meteorológico El Niño, se recabo de delegación de la SEMARMAP, en el Edo. de Morelos, información de las estadísticas relacionadas con los incendios manifestados en el área de la subcuenca durante ese año. Esta información sirvió para determinar los efectos que tuvo el fuego particularmente en las UM 1, 2 y 3, área Norte de la subcuenca.

A lo largo del documento se mencionan una serie de términos geomorfológicos no de todos conocidos, por esta razón al final se incluye un glosario, que permitirá conocer el significado básico de cada vocablo utilizado.

6. RESULTADOS

6.1. Regionalización y unidades ambientales biofísicas de la subcuenca

Se delimitaron 305 unidades ambientales biofísicas que en conjunto ocupan un área de 69752 hectáreas (697.52 km²), las que se agruparon en las unidades mayores: UM 1. Laderas de montaña "Zempoala Tlalli Ajusco"; UM 2. Laderas de montaña "Tres Marías-Mezontepec"; UM 3. Laderas de montaña "El Pelado-Tabaquillo-La Gloria"; UM 4. Piedemonte "Cuernavaca-Buenavista"; UM 5. Lomeríos "Tres de Mayo -Atlacholoaya"; UM 6. Lomeríos de "Acatlpa"; UM 7. Lomeríos del "Cerro de Colotepec"; y UM 8. Planicies de "Alpuyeca-Jojutla", figuras 16 y 17.

El gradiente altitudinal de la subcuenca desde la sección sur hasta la sección Norte va desde los 3930 metros de elevación, en el Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan, hasta los 890 metros, en el poblado de Jojutla, Morelos. Ver figuras 18, 19, 20, 21, 22 y la figura 23, esta última muestra con fotografías los diferentes tipos de relieve que se presentan en la subcuenca. y tabla 26

6.1.1. UM 1. Laderas de montaña "Zempoala Tlalli Ajusco"

Se localiza en lo que se ha denominado Andesita Zempoala del Plioceno; se caracteriza por la presencia de roca andesítica. El área presenta un paisaje típicamente volcánico que se distribuye en los alrededores de las lagunas de Zempoala, municipio de Ocuilán, Edo. de México y Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan, sección Norte de la subcuenca y noroeste de la entidad de Cuernavaca (INEGI, 1979a); según Mooser (1996), estas unidades pertenecen a dos complejos volcánicos: El complejo Tlalli - Zempoala y el complejo San Miguel Contreras, que forman parte de un complejo mayor conocido como Sierra de Las Cruces perteneciente este último, a la cadena de grandes volcanes mayores, llamada Sierras Mayores. Fue en el Pleistoceno que estas estructuras alcanzaron su máximo desarrollo. Sin embargo, sus principios comienzan probablemente en el Plioceno Superior. El clima predominante es el semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano.

Se integra de 44 unidades ambientales biofísicas que ocupan un área de 5825 hectáreas, lo que representa el 8.4% de la subcuenca, figura 18 y tabla 26. Se encuentra entre los municipios de Ocuilán, Coatepec y Xalatlaco, en el Edo. de México; la Delegación Tlalpan, Distrito Federal; y una pequeña sección dentro del municipio de Huitzilac, Morelos.

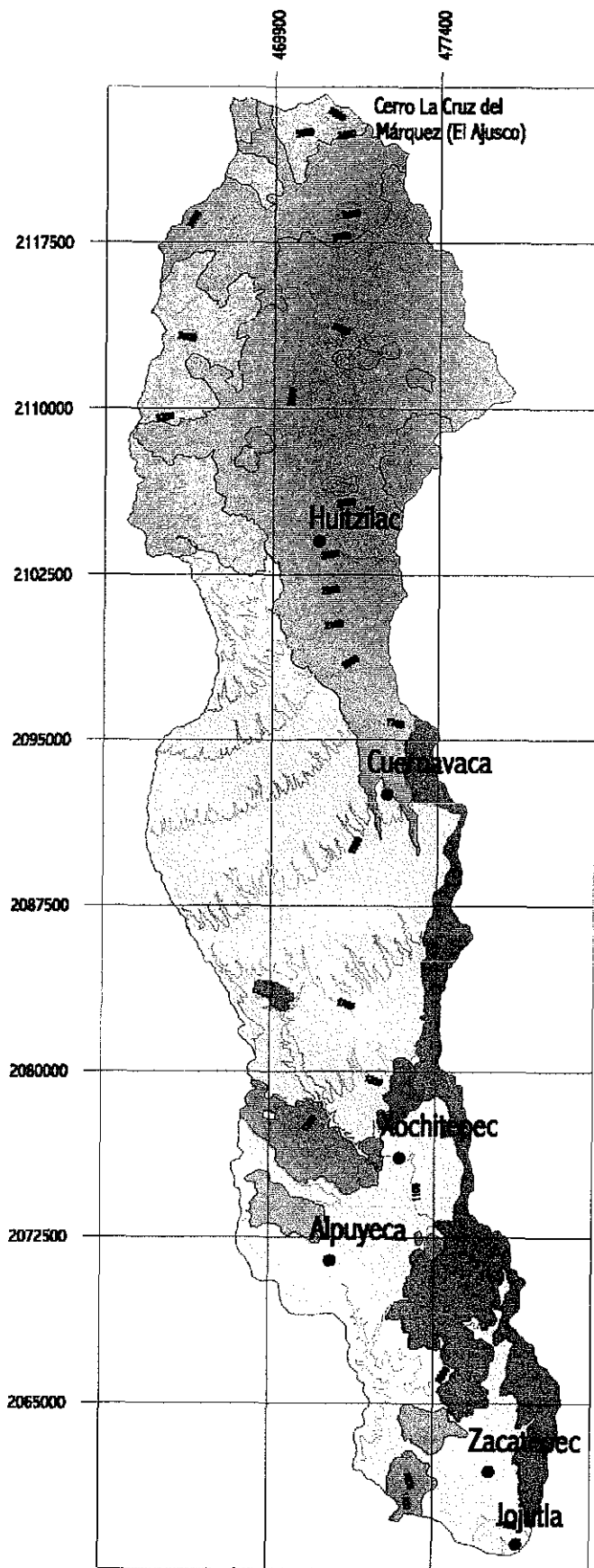


Figura 17

MAPA DE REGIONALIZACIÓN

Subcuenca del Río Colotepec, Estado de Morelos.

CLASIFICACIÓN

- UM 01. Laderas de montaña de "Zempoala-Tlali-Ajusco".
- UM 02. Laderas de montaña de "Tres Marías-Mezontepec".
- UM 03. Laderas de montaña del "Pelado-Tabaquillo-La Gloria".
- UM 04. Piedemonte de "Cuernavaca-Buena Vista".
- UM 05. Lomeríos de Tres de "Mayo-Atlacholaya".
- UM 06. Lomeríos de "Acatipa".
- UM 07. Lomeríos de "Colotepec".
- UM 08. Planicies de "Alpuyeca-Jojutla".



Elaboró:
Fidel Martínez García
Facultad de Ciencias
Instituto de Geografía
UNAM, 2002.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 18. MAPA DE UNIDADES AMBIENTALES BIOFÍSICAS
Unidades mayores 1, 2 y 3.

Subcuenca del Río Colotepec,
Estado de Morelos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

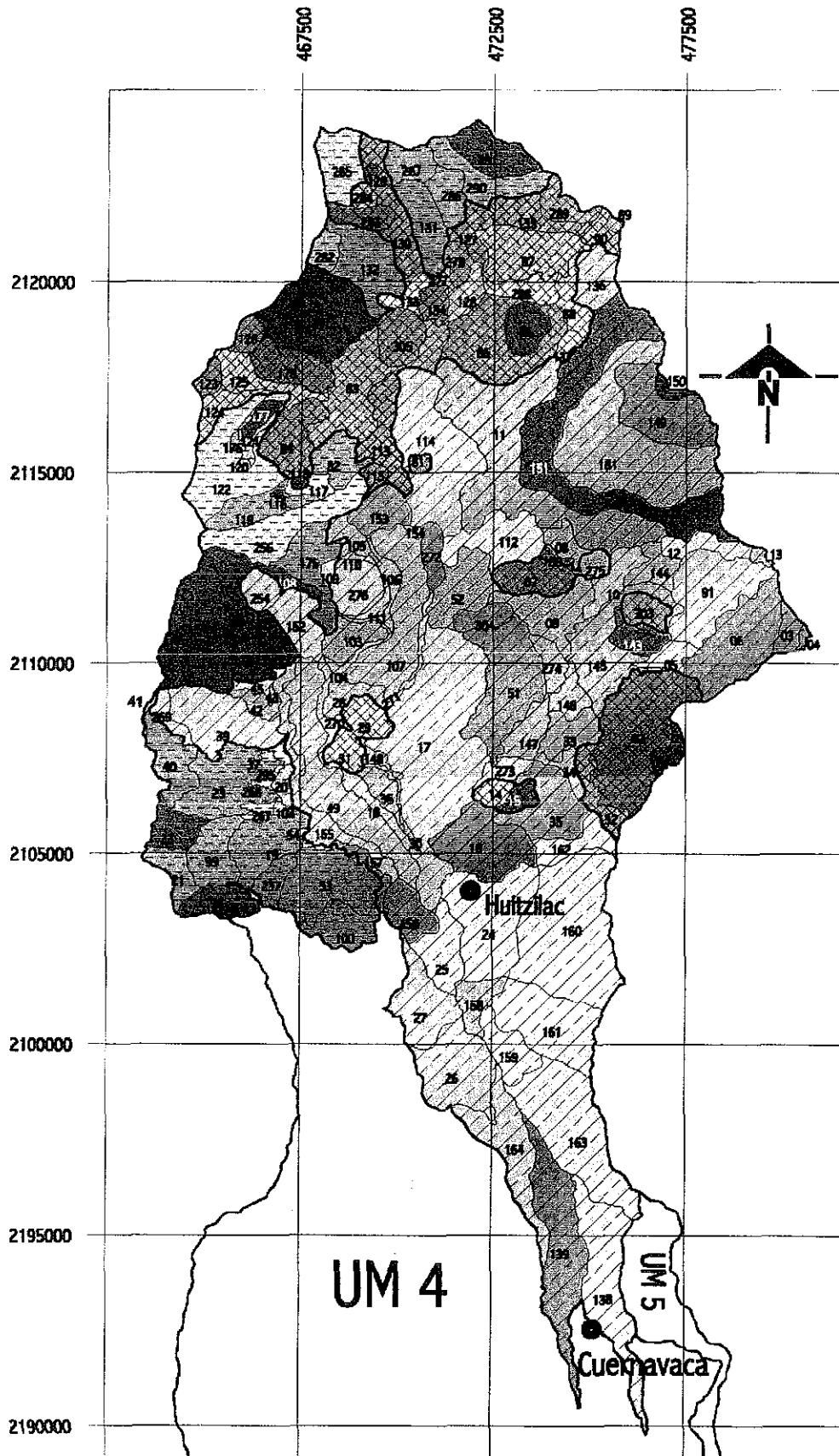
CLASIFICACIÓN

- Ladera de montaña alta
- Ladera de montaña media
- Ladera de montaña baja
- Ladera de montaña superior
- Ladera de montaña intermedia
- Ladera de montaña inferior
- Escarpe litológico
- Superficie cumbre de ladera de montaña
- Lomerío alto
- Lomerío medio
- Lomerío bajo
- Lomerío alto intermontano
- Lomerío medio intermontano
- Piedemonte general
- Piedemonte local
- Piedemonte local superior
- Piedemonte local inferior
- Piedemonte local intermontano
- Planicie aluvial
- Planicie aluvial intermontana
- Planicie aluvial ondulada

Unidad Mayor

- UM 1. Laderas de montaña "Zempoala-Tlali-Ajusco"
- UM 2. Laderas de montaña "Tres Marias-Mezontepac"
- UM 3. Laderas de montaña "El Pelado-Tabaquillo-La Gloria"

Kilómetros



Elaboró: FIDEL MARTÍNEZ GARCÍA
Facultad de Ciencias
Instituto de Geografía
UNAM, 2002

Figura 19. MAPA DE UNIDADES AMBIENTALES BIOFÍSICAS
Unidades mayores 4 y 6.

Subcuenca del Río Colotepec,
Estado de Morelos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

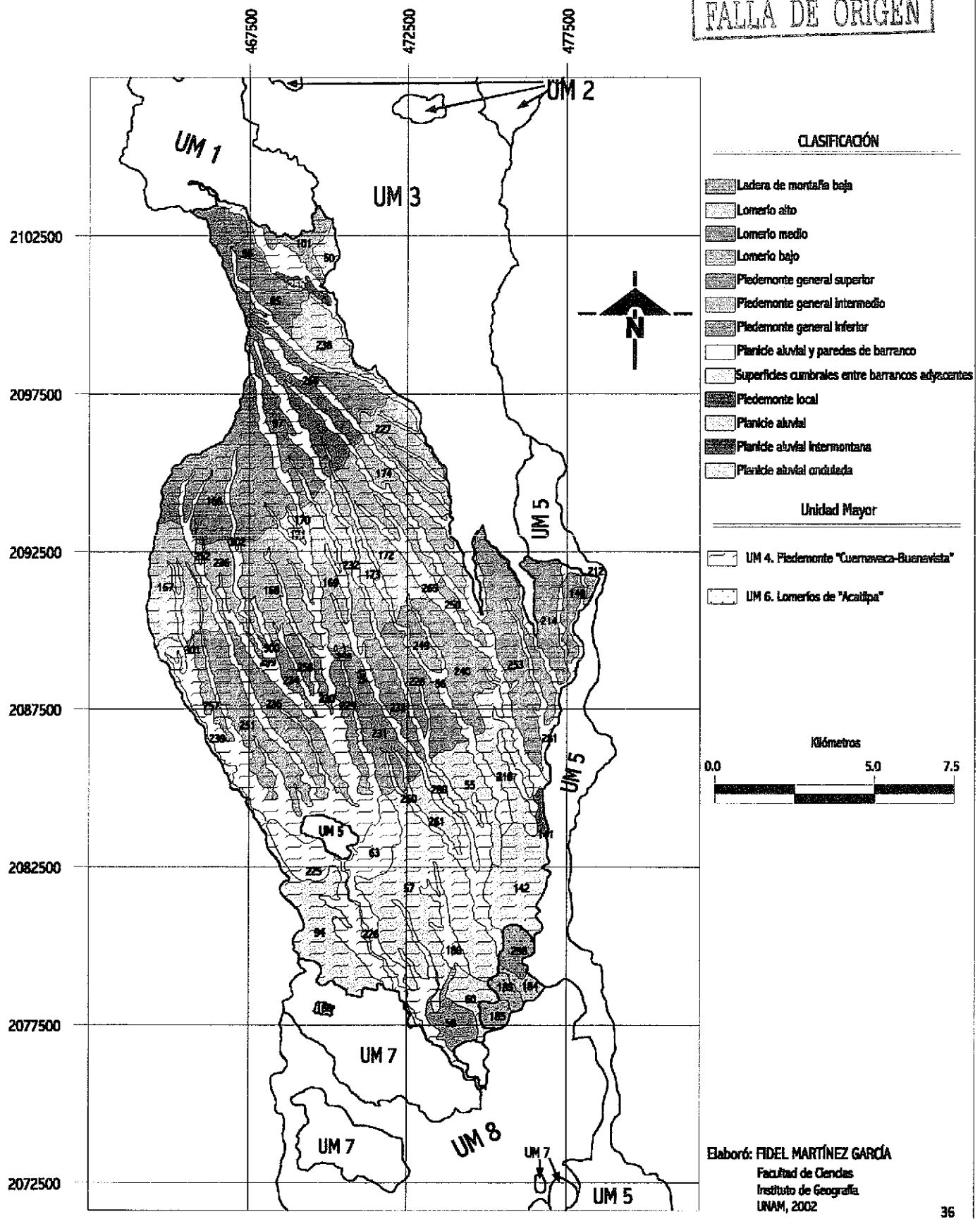


Figura 20. MAPA DE UNIDADES AMBIENTALES BIOFÍSICAS,
Unidades mayores 5, 7 y 8.

Subcuenca del Río Colotepec,
Estado de Morelos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

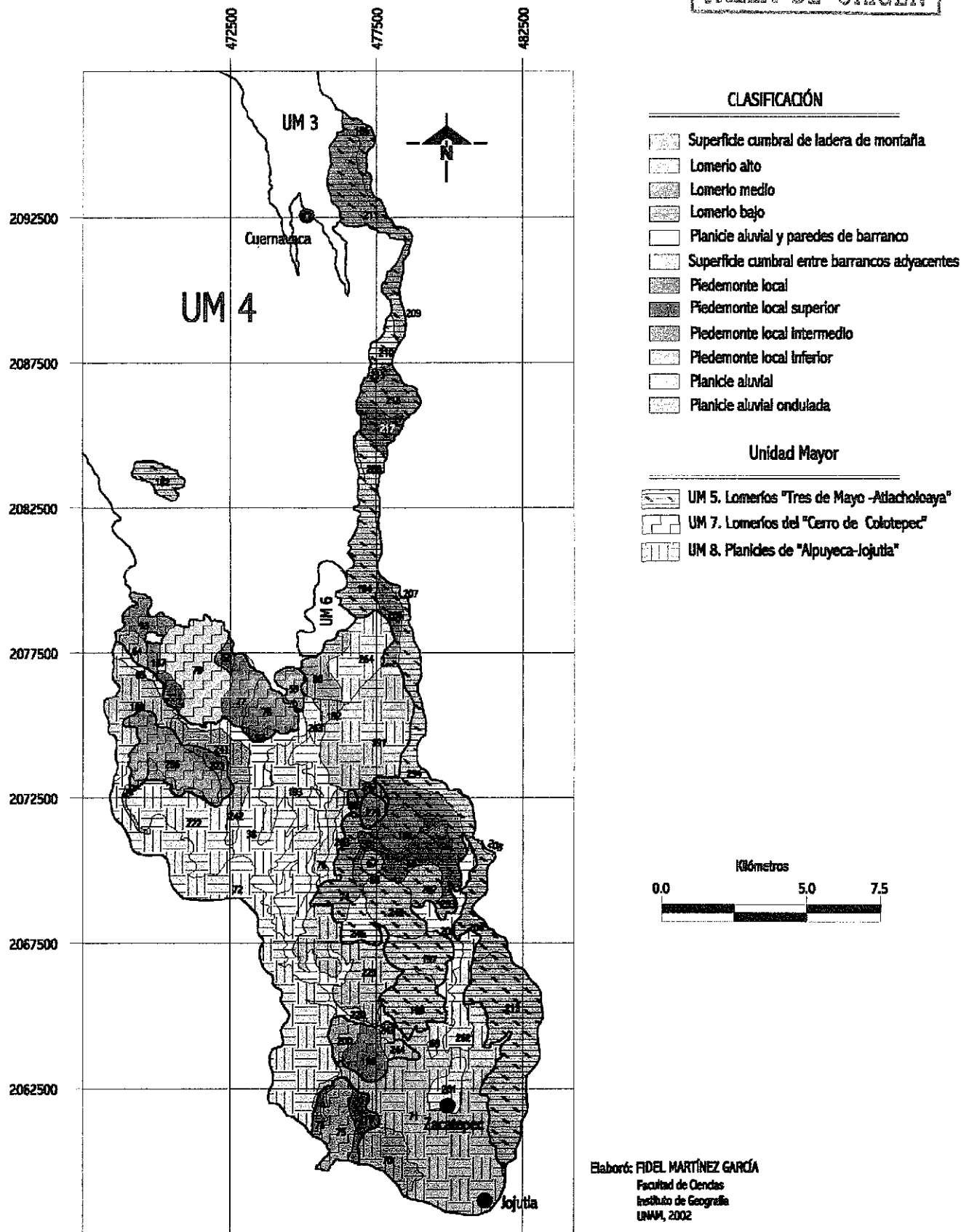
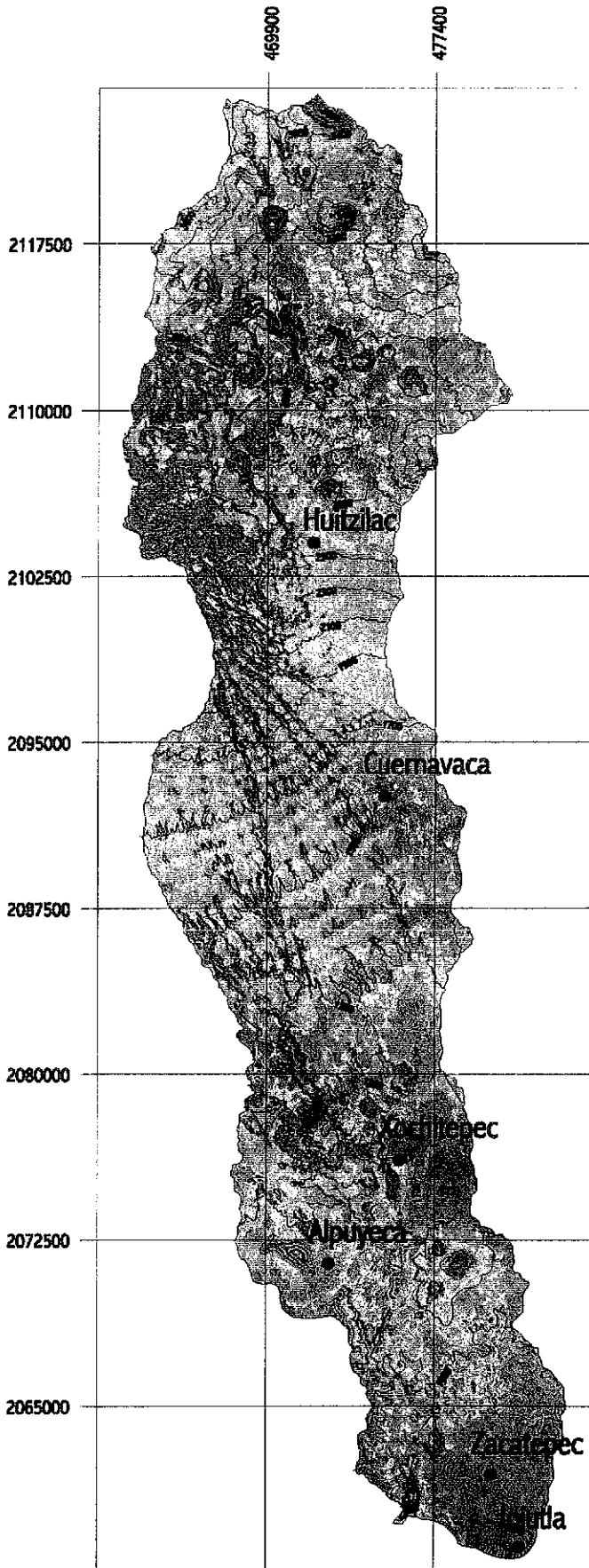


Figura 21

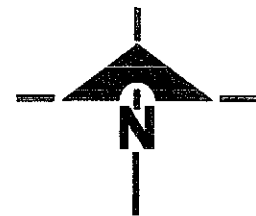
MAPA DE PENDIENTES
(en grados)

Subcuenca del Río Colotepec, Estado de Morelos.



INTERVALOS

- Mayor de 35
- 16 a 35
- 8 a 16
- 5 a 8
- 3 a 5
- 0 a 3
- 0



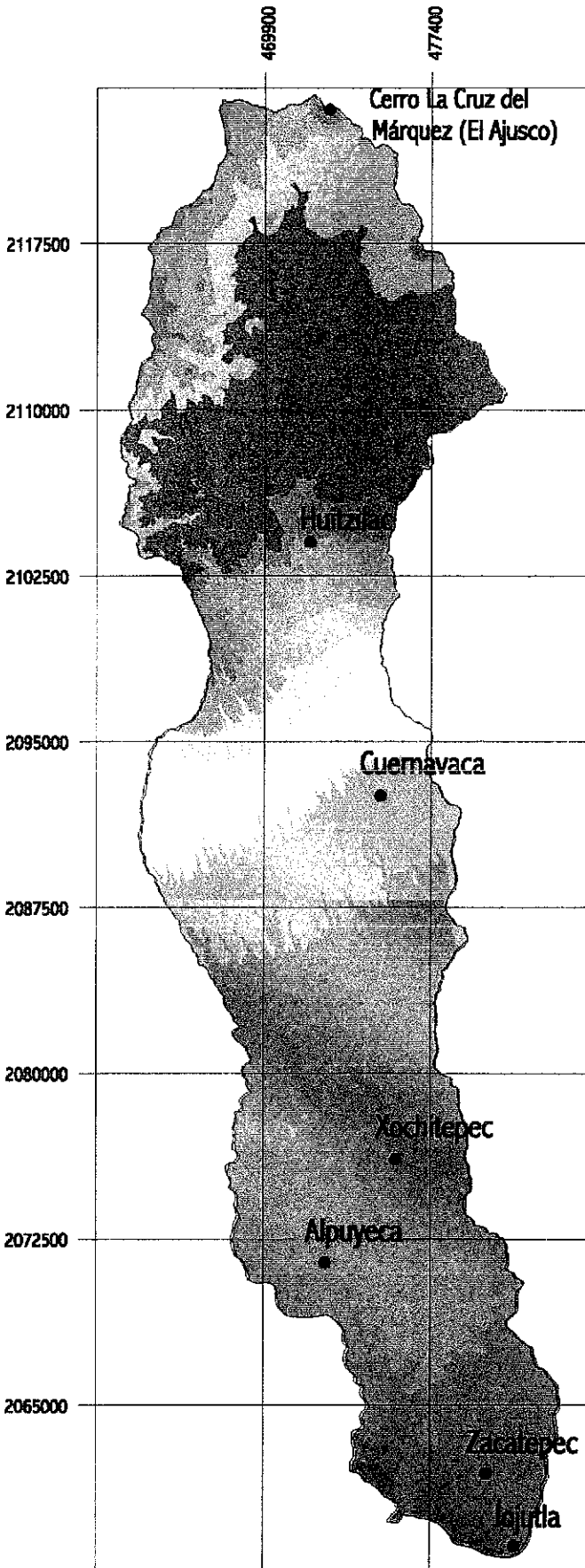
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Elaboró: Fidel Martínez García
Facultad de Ciencias
Instituto de Geografía
UNAM, 2002

Figura 22

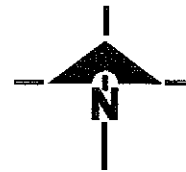
MAPA DE ALTITUDES

Subcuenca del Río Colotepec, Estado de Morelos.



INTERVALOS

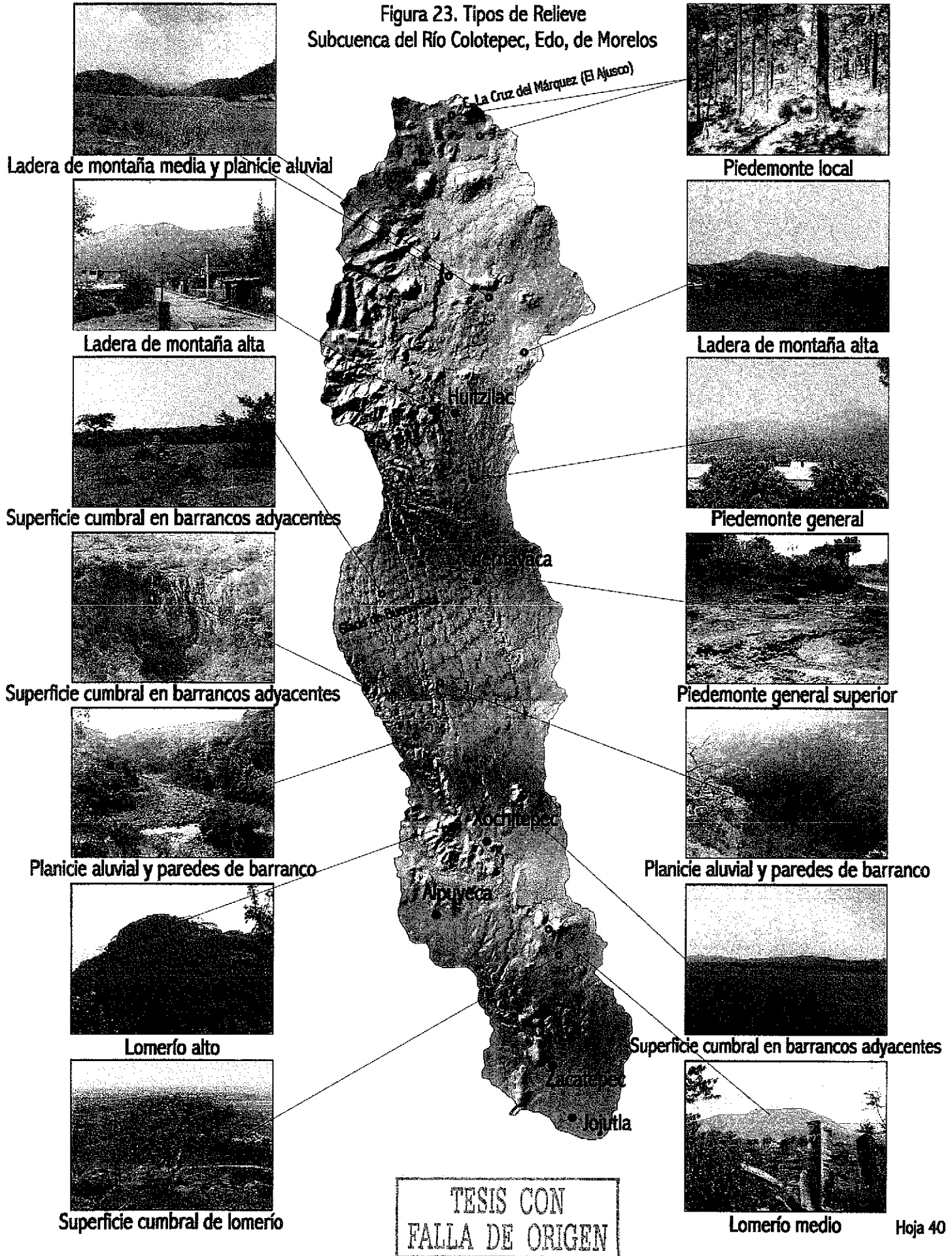
3800 a 3930
3600 a 3800
3400 a 3600
3200 a 3400
3000 a 3200
2800 a 3000
2600 a 2800
2400 a 2600
2200 a 2400
2000 a 2200
1800 a 2000
1600 a 1800
1400 a 1600
1200 a 1400
1000 a 1200
890 a 1000
890



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Elaboró: Fidel Martínez García
Facultad de Ciencias
Instituto de Geografía
UNAM, 2001.

Figura 23. Tipos de Relieve
Subcuenca del Río Colotepec, Edo, de Morelos



La morfogénesis de las unidades es la siguiente:

Tabla 4. Resumen de las unidades ambientales biofísicas de la UM 1. Laderas de montaña “Zempoala Tlalli Ajusco”.

Morfogénesis del relieve	Tipos de relieve	Numero de unidades	Pendiente (%)	Altura relativa (m)	Area (ha)	Altitud (msnm)	Descripción general
Laderas de montaña de origen endógeno volcánico de flujo lávico andesítico del Terciario superior (Plioceno)/Cuaternario (Pleistoceno).	Ladera de montaña alta	7	18 a 38	280 a 400	1290	3062 a 3654	Unidades que ubican en: las Laderas del volcán Zempoala en el P.N. Lagunas de Zempoala, municipio de Ocuilán y Laderas del volcán Tlalli, municipio de Coatepec, dentro del Edo. de México; a cuatro kilómetros al noroeste del Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan.
	Ladera de montaña media	3	22 a 39	260 a 280	721	2934 a 3418	Estas unidades pertenecen a las laderas del volcán Zempoala en el P.N. Lagunas de Zempoala, Ocuilán, Edo. de México. Otra unidad está ubicada a cuatro kilómetros al noroeste del Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan.
	Ladera de montaña baja	9	8 a 40	200 a 240	1827	2735 a 3388	Unidades pertenecientes a las laderas del volcán Zempoala en el P.N. Lagunas de Zempoala; a las laderas del volcán Tlalli y asociadas a los volcanes Huilote y Chalchihuite, se distribuyen en los municipios de Ocuilán y Coatepec, Edo. de México. La última unidad está cercana al Cerro El Judío en la Delegación Tlalpan.
Lomeríos de origen endógeno volcánico de flujo lávico andesítico del Terciario superior (Plioceno)/Cuaternario (Pleistoceno).	Lomerío alto	3	5 a 14	160 a 180	736	3569 a 3598	Dos unidades pertenecen a las laderas del Volcán Tlalli y Volcán Zempoala, respectivamente, dentro de los municipios de Coatepec y Ocuilán, Edo. de México. La tercera pertenece al Cerro Los Picachos localizado a 3.5 al Oeste del Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan.
	Lomerío medio	3	8 a 29	120 a 140	259	3109 a 3513	Unidades ubicadas cerca del Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan. Y en las laderas del volcán Zempoala, dentro de municipio de Ocuilán, Edo. de México.
	Lomerío bajo	3	7 a 16	40 a 60	35	3197 a 3557	Unidades pertenecientes a las partes bajas de los volcanes Tlalli y Zempoala, se distribuyen en los municipios de Ocuilán y Coatepec, Edo. de México.
	Lomerío medio intermontano	1	6 a 11	100	67	3527	Unidad ubicada a tres kilómetros al noroeste del Volcán Quepilli, Xalatlaco, Edo. de México.
Piedemontes de origen exógeno acumulativo de aluvión del Cuaternario	Piedemonte local	1	5 a 13	140	203	3433	Unidad asociada al Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan.
	Piedemonte local intermontano	3	5 a 18	80 a 280	444	2857 a 3431	Están ubicados en Mesa la Gloria (cerca de las lagunas de Zempoala) y parte baja del Volcán Zempoala, dentro del municipio de Ocuilán, Edo. de México. Otra está cercana al Cerro de la Cadena, Xalatlaco, Edo. de México.
Planicies de origen exógeno acumulativo de aluvión del Cuaternario	Planicie aluvial	6	0 a 10	40 a 80	74	2791 a 2951	Unidades asociadas a las lagunas del P.N. Lagunas de Zempoala dentro del municipio de Ocuilán, Edo. de México.
	Planicie aluvial intermontana	4	2 a 18	40 a 80	119	3168 a 3447	Unidades asociada a: Volcán Chalchihuites y cerro Huilote; Cerro de la Cadena y Volcán Zempoala, municipios de Xalatlaco, Coatepec y Ocuilán, en el Edo. de México.
	Planicie ondulada	1	5 a 13	60	50	3391	Partes bajas del Volcán Tlalli dentro de municipio de Coatepec, Edo. de México.

Los tipos de suelo que predominan en la UM 1. Laderas de montaña “Zempoala Tlalli Ajusco” son el andosol, feozem y litosol presentes en laderas de montaña y lomeríos. La hidrología se caracteriza por la ausencia de cauces superficiales importantes, está marcadamente regida por la geología de origen volcánico. Las precipitaciones pluviales se infiltran al subcuelo por la permeabilidad de la roca dando origen a ríos subterráneos que afloran varios kilómetros hacia el sur. Los cuerpos de agua más visibles son las lagunas Tonatíhua, Zempoala, Seca y Prieta que se encuentran en el P.N. Lagunas de Zempoala.

La vegetación predominante en el área es el bosque de coníferas con una cobertura aproximada de 4900 hectáreas; destacan los géneros *Pinus* y *Abies*, organismos que conforman un denso estrato arbóreo; en menor grado el bosque de coníferas forma asociaciones con especies latifoliadas (género *Quercus* y *Alnus*). Dentro del parque nacional Lagunas de Zempoala *Abies religiosa* (oyamel) forma un bosque de grandes extensiones escasamente perturbado, se entremezcla con *Pinus montezumae* en las periferias de la laguna Zempoala. *Abies religiosa* también es muy abundante en las laderas del Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Hernández (1998) en forma aislada pero puntual, menciona la presencia de *Abies religiosa* en las laderas del Cerro del Campanario. Asimismo, se indica que en las cañadas que desembocan a las lagunas de Zempoala, Tonatihua y Prieta existe *Cupressus lindleyi*.

Los límites de la unidad mayor se encuentran en dos áreas naturales protegidas: el Parque Nacional "Lagunas de Zempoala", área natural decretado el 9 de mayo de 1947, y el Área de Protección de Flora y Fauna "Corredor Biológico Chichinautzin" decretada el 5 de diciembre de 1988. Las unidades que quedan incluidas directamente con estas dos áreas naturales corresponden a las laderas del Volcán Zempoala y Volcán Tlalli, entre los municipios de Ocuilán y Coatepec, Edo. de México.

La fauna en las inmediaciones es eminentemente neártica, constituida por especies como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), tlacuache (*Didelphis virginiana*), musaraña (*Sorex sp.*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), armadillo (*Dasypos novemcinctus*), conejo (*Sylvilagus sp.*), ardilla arborícola (*Sciurus aureogaster*), tuza (*Geomys sp.*), zorrillo (*Mephitis macroura*), lince (*Lynx rufus*), así como numerosas aves y reptiles. Las zonas montañosas albergan especies endémicas como el Conejo de los Volcanes o Zacatuche (*Romerolagus diazi*) y el Ajolote de Zempoala (*Rhyacosiredon zempoalensis*), además de especies del género *Neotoma* (Castro y Bustos, 1992; Contreras y Urbina, 1995; Márquez, 1986).

En esta unidad mayor se establecieron cinco sitios de muestreo para determinar el Índice de Dominancia de las especies arbóreas dentro de las unidades 23, 256, 291, 285. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 5. Determinación del Índice de Dominancia en seis sitios de muestreo dentro de la UM 1. Laderas de montaña "Zempoala Tlalli Ajusco".

Especies	Cob	Frec	Den	ID	ID(%)	Unidad ambiental	Localización y descripción del sitio
<i>Abies religiosa</i> <i>Garrya laurifolia</i>	99.80 0.13	100 40	0.036 0.012	359.28 0.06	99.98 0.02	23	A 2.0 kilómetros de la Laguna Quila, con dirección este, en el P.N. Lagunas de Zempoala, municipio de Ocuilán, Edo. de México; el tipo de vegetación corresponde a un bosque de oyamel. En el lugar se realizan labores de reforestación con plántulas del género <i>Pinus</i> . El tipo de relieve es de ladera de montaña media.
<i>Abies religiosa</i> <i>Alnus firmifolia</i> <i>Budotefja cordata</i>	93.37 3.57 1.71	100 20 20	0.076 0.002 0.002	709.61 0.14 0.07	99.96 0.02 0.01	256	Al Sureste del poblado de El Capulín, dentro del municipio de Xalatlaco, Edo. de México; corresponde también a un bosque de oyamel. El 73% de los organismos de <i>Abies</i> muestreados son árboles jóvenes, presentan tallos con diámetro menor a los 25 centímetros. En las inmediaciones es común observar áreas reforestadas y varias plantas de <i>Abies</i> con alturas no mayores de dos metros. En los alrededores fue posible constatar la presencia de claros donde se aprecian los daños causados por la tala clandestina. El tipo de relieve es un piedemonte local intermontano.
<i>Abies religiosa</i>	100.00	100	0.04	400.00	100.00	291	Margen izquierda de una pequeña cañada en la ladera sur del Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan; es un bosque de oyamel. En el lugar son frecuentes los deslizamientos de materiales que forman parte del volcán. El tipo de relieve es una ladera de montaña alta.
<i>Pinus montezumae</i> <i>Abies religiosa</i> <i>Grataegus pubescens</i>	53.26 36.62 10.13	80 100 20	0.03 0.018 0.008	127.82 65.92 1.62	65.43 33.74 0.83	23	Está localizado a 0.8 kilómetros de la Laguna Quila, con dirección Oeste, en el municipio de Ocuilán, Edo. de México, corresponde a una ladera pronunciada de unos 30° de inclinación. El tipo de vegetación corresponde al bosque de pino-oyamel. En el área de muestreo se apreciaron varios individuos caídos pero por causas naturales. El tipo de relieve es de ladera de montaña media.
<i>Pinus hartwegii</i>	100	100	0.034	340	100	285	A 4.3 kilómetros al Oeste del Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan. El tipo de vegetación es el bosque de pino, distribuido a manera de manchones de vegetación. El tipo de relieve es de ladera de lomerío alto.

Cob = cobertura; Frec = frecuencia; Den = densidad; ID = índice de dominancia

Condición ambiental

La mayor extensión de los bosques de este sistema se ubica en áreas protegidas, sin embargo, resulta paradójico que tales recursos estén continuamente amenazados por la tala clandestina ante la falta de vigilancia de estas extensas zonas por parte de las autoridades ambientales. La tala clandestina es favorecida por lo oculto de la zona, actividad que se ratifica por la presencia de claros y restos de árboles cortados recientemente y de tocones, que con base en cálculos conservadores, fueron cortados hace varios años ya que la madera ha sido transformada en gran parte por los hongos y bacterias.

Otras amenazas son el cambio de uso de suelo para actividades agropecuarias y desarrollo urbano, así como la contaminación y el impacto ambiental de actividades recreativas.

Asociado a los problemas mencionados anteriormente, esta influencia se ha reflejado en las lagunas de Zempoala, dentro del área de influencia del parque Nacional del mismo nombre, Ocuilán, Edo. de México. Estos cuerpos de agua frecuentemente presentan abatimiento de sus niveles de agua por la afectación del bosque presente en las laderas montañosas que bordean a las lagunas, también se han utilizado para satisfacer las demandas de poblaciones de Huitzilac, Tres Marías, Coajomulco, Fierro del Toro y fraccionamientos vecinos, todos estos asentamientos en el Edo. de Morelos; otro problema identificado en las lagunas es la invasión de malezas acuáticas (Aguilar, 1998).

Se identificaron en esta unidad mayor siete tipos de uso del suelo y se obtuvieron por cada uno, las siguientes coberturas en hectáreas.

Tabla 6. Cobertura en hectáreas por uso del suelo en la UM 1. Laderas de montaña “Zempoala Tlalili Ajusco”.

Uso del suelo	Cobertura		Unidades biofísicas
	Ha	%	
Forestal bosque de coníferas (oyamel y pino)	5054	86.8	30
Forestal bosque de coníferas (oyamel y pino), matorral	389	6.7	2
Pastizal inducido, forestal bosque de coníferas (oyamel y pino)	207	3.6	6
Forestal bosque de coníferas (oyamel y pino), pastizal inducido	175	3.0	6
Total	5825		44

6.1.2. UM 2. Laderas de montaña “Tres Marías-Mezontepec”

Se distribuye desde la sección Norte de la subcuenca. Su área de influencia coincide con la geología de basaltos del Cuaternario (Pleistoceno)/cuaternario (Holoceno). El área se distingue también por la presencia de un escenario típicamente volcánico y se caracteriza por una litología compuesta de basaltos, piroclastos, rocas ígneas extrusivas básicas y materiales aluviales que subyacen a materiales del Cuaternario (Holoceno). En esta unidad mayor el clima predominante es el semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano.

Se integra de 43 unidades ambientales biofísicas que ocupan un área de 5440 hectáreas, lo que representa el 7.8% de la subcuenca, figura 18 y tabla 26. Dentro del Corredor Biológico Chichinautzin se encuentran cuatro unidades de este sistema. Se distribuyen entre los municipios de Ocuilán, Coatepec y Xalatlaco, en el Edo. de México; la Delegación Tlalpan, Distrito Federal; y Huitzilac, Morelos.

La morfogénesis de las unidades es la siguiente:

Tabla 7. Resumen de las unidades ambientales biofísicas de la UM 2. Laderas de montaña “Tres Marías-Mezontepec”.

Morfogénesis del relieve	Tipos de relieve	Numero de unidades	Pendiente (%)	Altura relativa (m)	Area (ha)	Altitud (msnm)	Descripción general
Laderas de montaña de origen endógeno volcánica de flujo lávico basáltico del Cuaternario (Pleistoceno)/Cuaternario (Holoceno)	Ladera de montaña alta	1	9 a 14	280	476	3453	Unidad ubicada a dos kilómetros al noreste del volcán El Muñeco, Xalatlaco, Edo. de México.
	Ladera de montaña baja	2	11 a 36	220 a 240	374	3305 a 3461	Volcán Cerro de La Cadena en Xalatlaco. Y Cerro El Quepilli, Delegación Tlalpan.
	Ladera de montaña superior	2	0 a 22	100 a 140	138	3178 a 3340	Parte alta del Cerro de Tres Cumbres, Huitzilac, Morelos y domo del Volcán Malacatero, Delegación Tlalpan.
	Ladera de montaña intermedia	1	7 a 12	200	610	2991	Ladera intermedia del Cerro de Tres Cumbres, municipio de Huitzilac, Morelos.
	Ladera de montaña inferior	3	5 a 11	80 a 180	945	2824 a 3231	Partes bajas del Volcán Malacatero, Delegación Tlalpan.

Tabla 7 Resumen de las unidades ambientales biofísicas de la UM 2. Laderas de montaña "Tres Marias-Mezontepec" ...Continuación

Morfogénesis del relieve	Tipos de relieve	Numero de unidades	Pendiente (%)	Altura relativa (m)	Area (ha)	Altitud (msnm)	Descripción general
Lomeríos de origen endógeno volcánico de flujo lávico basáltico del Cuaternario (Pleistoceno)/Cuaternario (Holoceno)	Lomerío alto	3	14 a 38	160 a 180	249	2892 a 2943	Unidades ubicadas una a 1500 metros al Este de Mesa La Gloria, Coatepec, Edo de México; a 500 metros al Este de Mesa La Gloria, Ocuilán, Edo. de México. La última corresponde al Volcán Tezontle, ubicado a tres kilómetros del poblado de Huitzilac, Morelos.
	Lomerío medio	8	5 a 45	100 a 140	564	3075 a 3617	Unidades correspondientes al volcán El Muñeco, dos pequeños volcanes y el Volcán Tezoyo, ubicados en la periferia del Cerro de la Cadena, todos en Xalatlaco, Edo. de México. Otras corresponden a la parte alta del Cerro de Mezontepec, al Cerro El Judío, Cono del Volcán Tuxtepec, ubicadas en las periferias del Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco) y otra unidad situada al Sureste del talda del Cerro Pelado; todas en la Delegación Tlalpan Y los Volcán Raíces y Volcán Cajete, ubicados al noroeste del Cerro de Tres Cumbres, Huitzilac, Morelos.
	Lomerío bajo	2	0 a 16	40 a 60	356	3001 a 2363	Unidades que corresponden al sitio conocido como Llano de Vidrio y Volcán Tepeyehualco.
	Lomerío alto intermontano	1	7 a 16	180	91	3510	Unidad ubicada a tres kilómetros al Suroeste del Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan.
	Lomerío medio intermontano	1	11 a 18	120	37	3500	Unidad situada a tres kilómetros al Suroeste del Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan.
Piedemontes de origen exógeno acumulativo de aluvión del Cuaternario	Piedemonte local	9	3 a 14	60 a 200	1061	3016 a 3540	Unidades asociadas a: laderas del Volcán Tlalí y Volcán El Muñeco, Xalatlaco, Edo. de México; y al Cerro Quepilli, partes bajas del Volcán Mezontepec, Cerro El Judío y Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Cerro Quepilli y Volcán Raíces, todas dentro de la Delegación Tlalpan.
	Piedemonte local superior	1	5 a 9	60	56	2882	Unidades asociadas al Volcán Tesoyo, Huitzilac, Morelos.
Planicies de origen exógeno acumulativo de aluvión del Cuaternario	Planicie aluvial	5	0 a 7	20 a 40	226	2850 a 3800	Unidades asociadas al Volcán Malacatero, Cerro Quepilli y Cerro Pelado, todas en la Delegación Tlalpan. Así como a la Mesa La Gloria y Cerro de la Cadena, Xalatlaco, Edo. de México.
	Planicie intermontana aluvial	1	5 a 6	40	7	3462	Unidad ubicada al Oeste del Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan.
	Planicie ondulada aluvial	3	2 a 16	40 a 60	206	3202 a 3261	Unidades asociadas al Cerro Pelado, Volcán Malacatero y Cerro El Judío, Delegación Tlalpan.

Los tipos de suelo que predominan en esta unidad mayor son el andosol, feozem y litosol localizados en laderas de montaña y lomeríos, también están presentes los vertisoles comúnmente asociados a piedemontes. La hidrología de esta unidad mayor es igual a la de la UM 1. Laderas de montaña "Zempoala Tlalí Ajusco". No presenta cauces superficiales importantes y las precipitaciones pluviales comúnmente se infiltran entre las rocas de origen volcánico dando origen a ríos subterráneos. El cuerpo de agua más aparente es la laguna Huayapan.

El tipo de vegetación predominante es el bosque de coníferas. La especie *Pinus montezumae* es la más abundante en la zona y las periferias vecinas; en muchos sitios forma bosques dominantes, frecuentemente bien desarrollados como el existente en los límites del Edo. de Morelos y Distrito Federal. Rzedowski (1988), menciona que en sitios un poco más húmedos suele mezclarse o ceder lugar a *P. pseudostrobus*, en cambio, en suelos someros o en situaciones secas lo desplazan *P. rudis* y *P. teocote*.

Con frecuencia en bosque de coníferas se observó la asociación de pino y aile, bastante comunes en los volcanes Los Cardos, Tesoyo, Tepeyehualco y Tres Cumbres; bosques dominados por oyamel como los presentes en las Lagunas de Zempoala, cerca del poblado de El Capulín y los observados en las faldas de Cerro del Ajusco; y bosques donde domina el pino, como los existentes al noreste del Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco). La fauna es variada y de afinidad neártica y neotropical; los taxas importantes sobresalientes son el teporingo (*Romerolagus diazi*), colibrí (*Amazilia beryllina*), vencejo (*Streptoprocne semicollaris*), halcón (*Falco sparverius*), conejo (*Sylvilagus spp.*), gato montés (*Lynx rufus*), zorrillo (*Mephitis macroura*), *Sciurus aureogaster* y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y la codorniz arlequín o gallina de monte (*Cyrtonix montezumae*). Varias de estas especies son endémicas como el teporingo, además de ser consideradas en estatus de amenazadas de acuerdo a las autoridades ambientales.

En esta unidad mayor se establecieron cuatro sitios de muestreo para determinar el Índice de Dominancia de las especies arbóreas dentro de las unidades biofísicas 7, 88, 275 y 303. Los resultados son los siguientes:

Tabla 8. Determinación del Índice de Dominancia en cuatro sitios de muestreo dentro de la UM 2. Laderas de montaña "Tres Marías-Mezontepec".

Especie	Cob	Frec	Den	ID	ID(%)	Unidad ambiental	Localización y descripción del sitio
<i>Alnus firmifolia</i>	55.68	80	0.034	151.45	70.88	303	Ladera sur del Volcán Tesoyo en Huitzilac, Morelos. En el lugar se observa la presencia de pino y aile; son patentes las actividades de deforestación por la presencia de desechos de madera de pino; es común el aprovechamiento de la tierra de monte. El tipo de relieve es de lomerío medio.
<i>Pinus montezumae</i>	43.17	80	0.018	62.16	29.10		
<i>Alnus firmifolia</i>	42.25	100	0.044	185.88	77.03	275	Ladera sur del Volcán Tepeyehualco en las inmediaciones del paraje conocido como Fierro del Toro, Huitzilac, Morelos. Se observa en el lugar la presencia de pino y aile; hay evidencias de deforestación en los alrededores. El tipo de relieve es de lomerío bajo.
<i>Pinus leiophylla</i>	57.75	80	0.012	55.44	22.97		
<i>Alnus firmifolia</i>	51.76	100	0.038	196.69	94.47	7	Ladera noreste del Volcán Raíces, en las inmediaciones del paraje conocido como Fierro del Toro, Huitzilac, Morelos. En el lugar se observa la presencia de pino y aile; Las actividades de deforestación son patentes por la presencia de desechos de madera de pino. El tipo de relieve es de lomerío medio.
<i>Pinus leiophylla</i>	41.24	40	0.006	9.90	4.75		
<i>Alnus firmifolia</i>	56.40	80.00	0.06	261.70	81.54	88	Unidad colindante al Este del volcán Malacatero y al Sureste del paraje llamado Llano de Vidrio, Delegación Tlalpan. Es común la presencia de pino y aile; es frecuente la presencia de claros donde prospera el pastizal inducido. El tipo de relieve es de planicie aluvial ondulada.
<i>Pinus leiophylla</i>	20.59	80.00	0.03	52.71	16.42		
<i>Pinus montezumae</i>	20.01	20.00	0.02	6.40	2.00		

Cob = cobertura; Frec = frecuencia; Den = densidad; ID = índice de dominancia

Condición ambiental

El área en su conjunto es otra clara muestra del irracional aprovechamiento que se ha realizado del recurso forestal que se muestra con el incremento de la población de *Alnus* con el transcurso del tiempo. En Contreras y Urbina (1995) se menciona que se fomenta la tala debido a la gran demanda de las especies de pino, práctica que facilitan la formación de claros y la posterior propagación de especies como *Alnus firmifolia*. Esta especie no tiene un valor comercial importante para fines de aprovechamiento forestal por tanto indirectamente se ha beneficiado con la extracción de *Pinus*. Estos problemas son comunes y actuales en los volcanes Tesoyo, Tepeyehualco, Cajete, Raíces y Los Cardos, área de influencia de las unidades ambientales 275 y 303.

Las principales causas de deterioro en el área son las actividades agrícolas y la deforestación por la tala clandestina. En el mediano plazo otra causa de deterioro será el avance de la mancha urbana dentro del paraje llamado Llano de Vidrio, en la Delegación Tlalpan, que en conjunto con la agricultura reducirán considerablemente a las comunidades vegetales.

Las especies explotadas con fines madereros son *Pinus montezumae*, otras formas de explotación indirecta de carácter local son: (a) la extracción de resinas y las especies frecuentemente utilizadas son *Pinus montezumae* y *P. teocote*. Y b) el llamado ocoteo que consiste en la obtención de trozos de madera impregnadas de resina que se emplean para encender fuego en las cocinas. El ocoteo afecta de sobremana a los individuos y aunque no se observó como una actividad sistemática, es una de las causas más serias de la deforestación clandestina vista como un impacto acumulativo.

Por la importancia que representa el género *Alnus* debido a la frecuente presencia como especie cohabitante con el género *Pinus*, se mencionan algunas particularidades del mismo. De acuerdo con Rzedowski (1988), constituye comunidades sucesionales, surgidas como consecuencia de la destrucción de otros tipos de vegetación. La población de *Alnus firmifolia* frecuentemente encontrada en la parte Norte de la subcuenca, el autor la interpreta con frecuencia como una fase sucesional tendiente a restaurar el bosque de coníferas. Otras asociaciones en que prevalece *Alnus* parece formar parte de series sucesionales de encinares y bosque de pinos.

Se identificaron en esta unidad mayor 16 tipos de uso del suelo y se obtuvieron por cada uno, las siguientes coberturas en hectáreas.

Tabla 9. Cobertura en hectáreas por uso del suelo en la UM 2. Laderas de montaña “Tres Marias-Mezontepec”.

Uso del suelo	Cobertura		UAB involucradas
	Ha	%	
Forestal bosque de coníferas (oyamel y pino)	3074	56.5	20
Forestal (bosque de mixto)	366	6.7	4
Forestal bosque de coníferas (pino)	241	4.4	5
Forestal bosque de coníferas (oyamel y pino), pastizal inducido	84	1.5	1
Forestal (bosque de mixto), pastizal inducido	59	1.2	1
Pastizal inducido	328	6	2
Pastizal inducido, matorral	309	5.7	3
Pastizal inducido, agricultura	109	2	2
Pastizal inducido, bosque de coníferas (pino)	85	1.6	1
Agricultura, pastizal inducido	56	1	1
Pastizal inducido, bosque de coníferas (oyamel y pino)	8	0.1	1
Agricultura, forestal bosque de coníferas (pino)	721	13.3	2
Total	5440		43

6.1.3. UM 3. Laderas de montaña “El Pelado-Tabaquillo-La Gloria”

Al igual que la UM 1. Laderas de montaña “Zempoala Tlalli Ajusco”, el área presenta un escenario distintivamente volcánico pero reciente en términos geológicos (Martín del Pozzo, 1980). La distribución de esta unidad mayor dentro de los límites de la subcuenca tiene una tendencia franca hacia el Norte. Sin embargo, alcanza en forma de una angosta franja, hasta las inmediaciones de la Ciudad de Cuernavaca. El tipo característico de roca en esta unidad mayor es el basalto. El clima predominante es el semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano.

Se integra de 75 unidades ambientales biofísicas que ocupan un área de 17748 hectáreas, lo que representa el 25.4% de la subcuenca, figura 18 y tabla 26. Se distribuye entre los municipios de Ocuilán y Coatepec, Edo. de México; Delegación Tlalpan, y Norte de la Ciudad de Cuernavaca, Morelos.

La morfogénesis de las unidades es la siguiente:

Tabla 10. Resumen de las unidades ambientales biofísicas de la UM 3. Laderas de montaña “El Pelado-Tabaquillo-La Gloria”.

Morfogénesis del relieve	Tipos de relieve	Numero de unidades	Pendiente (%)	Altura relativa (m)	Area (ha)	Altitud (msnm)	Descripción general
Laderas de montaña de origen endógeno volcánico de flujo lávico basáltico del Cuaternario (Holoceno)	Ladera de montaña baja	2	5 a 20	220 a 240	603	2701 a 2967	Unidades pertenecientes a Volcán los Cardos y Mesa El Tabaquillo, entre los municipios de Ocuilán y Coatepec, Edo. de México.
	Ladera de montaña superior	1	26 a 36	100	31	3504	Cono volcánico del Volcán Pelado. Delegación Tlalpan, Distrito Federal.
	Ladera de montaña intermedia	1	5 a 9	140	352	3347	Volcán Pelado. Delegación Tlalpan.
	Ladera de montaña inferior	1	5 a 7	160	879	3211	Volcán Pelado Delegación Tlalpan.
Escarpes de origen endógeno volcánico de flujo lávico basáltico del Cuaternario (Holoceno)	Escarpa litológica en ladera de montaña	7	2 a 40	100 a 240	660	2802 a 3105	Unidades asociadas a Mesa El Tabaquillo y Mesa la Gloria, entre los municipios de Ocuilán y Coatepec, Edo. de México.

Tabla 10. Resumen de las unidades ambientales biofísicas de la UM 3. Laderas de montaña "El Pelado-Tabaquillo-La Gloria".
...Continuación

Morfogénesis del relieve	Tipos de relieve	Numero de unidades	Pendiente (%)	Altura relativa (m)	Area (ha)	Altitud (msnm)	Descripción general
Lomerios de origen endógeno volcánico de flujo lávico basáltico del Cuaternario (Holoceno)	Lomerio alto	9	2 a 36	160 a 200	3260	1649 a 3480	Cerros y pequeños volcanes entre los municipios de Coatepec y Ocuilán, Edo. de México y Huitzilac, Morelos en el P.N. Lagunas de Zempoala. Además de zonas urbanizadas del municipio de Cuernavaca, Morelos.
	Lomerio medio	5	0 a 28	100 a 160	438	3092 a 3199	Unidades ubicadas dentro del P.N. Lagunas de Zempoala en Coatepec, Edo. de México; una está localizada a 1.3 kilómetros al Sur del volcán Chaichihuites; otra es un domo volcánico al que se asocia el origen de la Mesa El Tabaquillo; y otra más ubicada a un costado de Mesa El Tabaquillo. Otras están distribuidas entre P.N. Lagunas de Zempoala en el municipio de Huitzilac, Morelos: volcán de Guespalapa y unidades asociadas, y volcán Los Cardos
	Lomerio bajo	5	0 a 25	40 a 80	538	2816 a 3264	Unidades colindantes con el escarpe litológico de Mesa La Gloria y con la laguna de La Quila en Coatepec, Edo. de México, P. N. Lagunas de Zempoala. Paraje conocido como La Cima (cono volcánico) y unidad colindante con el Volcán Los Cardos dentro del municipio de Huitzilac, Morelos; y unidad ubicada a un kilómetro al Sureste del paraje conocido como Llano de Vidrio. Delegación Tlalpan.
Piedemontes de origen endógeno volcánico de flujo lávico basáltico del Cuaternario (Holoceno)	Piedemonte general	8	2 a 14	60 a 420	3318	1588 a 2733	Unidades formadas por la actividad volcánica ocurrida en la formación Chichinautzin, la mayor extensión se distribuye en el Corredor Biológico Chichinautzin. En sus límites se encuentra poblados como Huitzilac y zona urbana de la sección Norte del municipio de Cuernavaca, ambas del Edo de Morelos.
Superficies cumbrales de origen endógeno volcánico de flujo lávico basáltico del Cuaternario (Holoceno)	Superficie cumbre de ladera de montaña	3	0 a 5	80 a 180	1070	2979 a 3072	Mesa El Tabaquillo, piso inferior de Mesa Tabaquillo y Mesa La Gloria. La mayor extensión de encuentra en el P.N. Lagunas de Zempoala. Coatepec y Ocuilán, Edo. de México.
Lomerios de origen exógeno acumulativo de aluvión del Cuaternario	Lomerio bajo	8	0 a 9	60 a 80	896	2224 a 3126	Unidad que sobreyace a los materiales de las laderas del volcán Tlalili. Municipio de Coatepec, Edo. de México; unidad asociada al volcán Raíces y unidad ubicada al Norte del Volcán Pelado, distribuidas entre los límites de la Delegación Tlalpan y Huitzilac, Morelos. Unidades cercanas a los volcanes Cajete y Los Cardos; partes bajas del Cerro de Tres Cumbres y al Suroeste del mismo cerro; Partes bajas del Cerro Cibolillo (Huertas de San Pedro) y unidad originada por actividad volcánica del volcán Los Cardos. Todas en Huitzilac, Morelos. Corredor Biológico Chichinautzin.
	Lomerio medio	1	0 a 5	100	427	3013	Unidad asociada al Volcán Guespalapa. Huitzilac, Morelos. Corredor Biológico Chichinautzin
Piedemontes de origen exógeno acumulativo de aluvión del Cuaternario	Piedemonte local	4	5 a 9	60 a 220	680	2697 a 3088	Unidades ubicadas en el municipio de Huitzilac, Morelos, dentro del Corredor Biológico Chichinautzin (asociadas al volcán de Guespalapa y Volcán Tezontle); en Xalatlaco, Edo. de México (poblado El Capulín). Y entre los límites de los municipios de Ocuilán, Edo. de México y Huitzilac, Morelos (asociada a Mesa La Gloria a 2.5 kilómetros al noroeste del Huitzilac).
	Piedemonte local superior	2	5 a 9	100 a 220	1002	2993 a 3155	Unidad asociada al Volcán Pelado. Delegación Tlalpan Y unidad asociada al volcán Tesoyo, Huitzilac, Morelos.
	Piedemonte local inferior	4	2 a 5	80 a 120	1769	2803 a 3052	Estas unidades forman parte de conjuntos mayores: partes bajas del Volcán Pelado. Delegación Tlalpan y unidades asociadas a Cerro de Tres Cumbres y volcán Tezontle (poblado de Tres Marías) dentro del Corredor Biológico Chichinautzin, Huitzilac, Morelos.
	Piedemonte local intermontano	2	6 a 23	80	45	3061 a 3123	Unidades asociadas al Volcán Chaichihuites. Huitzilac, Morelos. Una se encuentra dentro de los límites del P.N. Lagunas de Zempoala.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Tabla 10. Resumen de las unidades ambientales biofísicas de la UM 3. Laderas de montaña "El Pelado-Tabaquillo-La Gloria".
...Continuación

Morfogénesis del relieve	Tipos de relieve	Numero de unidades	Pendiente (%)	Altura relativa (m)	Area (ha)	Altitud (msnm)	Descripción general
Planicies de origen exógeno acumulativo de aluvión del Cuaternario	Planicie aluvial	7	0 a 8	20 a 60	1139	2791 a 3004	Unidades asociadas a los volcán Tesoyo, Cerro de Tres Cumbres y Tezontle dentro del Corredor Biológico Chichinautzin Huitzilac, Morelos. Unidades al Sur en las partes bajas del Volcán Pelado y entre los volcanes Tuxtepec, Pelado y Raíces Delegación Tlalpan. Y unidades asociadas a la Laguna de la Quila, dentro del P.N. Lagunas de Zempoala. Municipio de Ocuilán, Edo. de México
	Planicie aluvial intermontana	1	2 a 5	40	56	3143	Dos kilómetros al noroeste de las lagunas dentro del P.N. Lagunas de Zempoala.
	Planicie ondulada	4	0 a 3	20 a 40	615	2812 a 3007	Unidad ubicada entre los volcanes Tepeyehualco, Tesoyo y Pelado. Delegación Tlalpan; unidad ubicada a 15 kilómetros al Este de Mesa La Gloria. Ocuilán, Edo. de México P.N. Lagunas de Zempoala. Así como unidades ubicadas en el municipio de Huitzilac, Morelos: cerca de las partes bajas del Cerro de Tres Cumbre y Volcán Tezontle (Corredor Biológico Chichinautzin); y partes bajas del volcán Guespalapa.

Los tipos de suelo de mayor cobertura son el feozem, litosol y andosol, característicos de las laderas de montaña, escarpes litológicos y lomeríos. La hidrología de esta unidad mayor es igual a la observada en las UM 1 y 2. No presenta cauces de ríos superficiales importantes. Las rocas de origen volcánico también facilitan que las precipitaciones pluviales se infiltren dando origen a ríos subterráneos. El cuerpo de agua más importante es la laguna de la Quila, dentro de P.N. Lagunas de Zempoala.

Este sistema terrestre está comprendido en los límites de la sección oeste del Área de Protección de Flora y Fauna "Corredor Biológico Chichinautzin", con un área distribuida entre los municipios de Huitzilac, Morelos; Coatepec, Edo. de México y Delegación Tlalpán, Distrito Federal. Aproximadamente el 50% de esta unidad mayor corresponde al P.N. Lagunas de Zempoala, distribuida entre los municipios de Coatepec y Ocuilán, Edo. de México y Huitzilac, Morelos.

En el área también es común la presencia de especies con afinidad neártica. De acuerdo a la carta de uso del suelo del INEGI (1979), entre los 2000 a los 2500 metros es frecuente la presencia de las asociaciones pino-encino, encino-pino, pino-aile-encino o pino-aile.

A partir de una altitud de 2500 y hasta los 4000 metros la presencia de coníferas es más patente, con dominancia de la especie del género Pinus y Abies, frecuentemente acompañado por las especies *Alnus ferruginea*, *A. firmifolia* y *Crataegus mexicana*. Más hacia el Sur es usual observar asociaciones de pino, encino y aile, comunidades complejas que prosperan muy cerca de los límites urbanos de la Ciudad de Cuernavaca y que marca el límite con la vegetación de franca afinidad neotropical, como la selva baja.

En esta unidad mayor se establecieron cinco sitios de muestreo para determinar el Índice de Dominancia de las especies arbóreas dentro de las unidades biofísicas 4, 39, 160, 161, 181, 272. Los resultados son los siguientes:

Tabla 11. Determinación del Índice de Dominancia en cinco sitios de muestreo dentro de la UM 3. Laderas de montaña "El Pelado-Tabaquillo-La Gloria".

Especie	Cob	Frec	Den	ID	ID(%)	Unidad ambiental	Localización y descripción del sitio
<i>Alnus jarullensis</i>	38.71	100	0.06	232.26	70.31	4	Ladera este del Volcán Guespalapa, Huitzilac, Morelos. Los árboles observados en el sitio son aile y pino; en las periferias es frecuente ver pastizal inducido en claros abiertos dentro del bosque. Existen evidencias del aprovechamiento de escoria (tezontle) extraída de las laderas del volcán. El tipo de relieve es de lomerío medio.
<i>Pinus leiophylla</i>	61.29	80	0.02	98.06	29.69		

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 11. Determinación del Índice de Dominancia en cinco sitios de muestreo dentro de la UM 3. Laderas de montaña "El Pelado-Tabaquillo-La Gloria".
...Continuación

Especie	Cob	Frec	Den	ID	ID(%)	Unidad ambiental	Localización y descripción del sitio
<i>Abies religiosa</i>	100.00	100	0.04	400.00	100.00	39	Se ubica entre las laderas de los volcanes Zempoala y Tlali, dentro del P. N. Lagunas de Zempoala, Coatepec, Edo. de México. El sitio corresponde a un bosque de oyamel, son patentes las actividades de deforestación por la presencia de claros y restos de madera recién cortada. El tipo de relieve es de lomerío alto.
<i>Pinus montazumae</i>	79.34	60	0.01	47.60	85.43	160	Sureste del poblado de Huitzilac, en el Edo. de Morelos. El tipo de vegetación observado corresponde al bosque mixto (pino y encino). En las periferias es frecuente ver cultivos agrícolas en claros abiertos dentro del bosque. El tipo de relieve es de piedemonte general.
<i>Quercus peduncularis</i>	20.13	40	0.01	8.05	14.45		
<i>Quercus peduncularis</i>	49.34	60	0.008	23.68	76.85	161	Sureste del poblado de Huitzilac, en el Edo. de Morelos. El tipo de vegetación observado corresponde al bosque mixto (pino y encino). En las periferias es frecuente ver actividades agrícolas. El tipo de relieve es de piedemonte general.
<i>Pinus montazumae</i>	40.82	40	0.004	6.53	21.19		
<i>Alnus firmifolia</i>	31.63	100	0.032	101.22	69.82	181	Ladera Suroeste del volcán El Pelado, a unos 1200 metros del cono. Los árboles observados corresponden a pino y aile; en el trayecto es frecuente observar la extracción y transporte de tierra de monte. El tipo de relieve es de ladera de montaña inferior.
<i>Pinus leiophylla</i>	68.37	80	0.008	43.76	30.18		
<i>Alnus firmifolia</i>	39.64	80	0.01	31.71	50.16	272	Escarpe litológico en la sección este de la Mesa El Tabaquillo, Coatepec, Edo. de México. Los árboles observados en el sitio corresponden a aile y encino. Hay evidencia de incendios frecuentes, sitio de difícil acceso por la pronunciada pendiente del escarpe. En las paredes de la estructura es frecuente observar plantas suculentas que prosperan en las hendiduras de la roca. El tipo de relieve es de lomerío medio.
<i>Quercus sp.</i>	53.33	80	0.006	25.60	40.50		
<i>Pinus leiophylla</i>	7.03	60	0.014	5.90	9.34		

Cob = cobertura; Frec = frecuencia; Den = densidad; ID = índice de dominancia

Condición ambiental

El bosque de coníferas presenta un acelerado proceso de alteración asociado a la tala clandestina y frecuentes incendios. Lo anterior se corrobora con las evidencias físicas del uso y acción del fuego en varios sitios cercanos al escarpe litológico asociado a la Mesa El Tabaquillo, Coatepec, Edo. de México. Otras señales indirectas relacionadas con incendios fueron la presencia de cortezas quemadas en los pinos, asimismo de especies indicadoras de disturbio, como *Lupinus*, Rzedowski (1988); prueba que el bosque de pinos está sometido a incendios periódicos.

El uso del fuego frecuente escapa al control de quienes lo utilizan y en consecuencia afecta áreas donde existen recursos forestales. Un ejemplo de esto fue observado en la UAB 272, las pronunciadas pendientes que presenta y ayudado por la dirección de los vientos, en varios de los casos aceleran la propagación del fuego; toda vez que éste entra en contacto con el estrato herbáceo, alcanza rápidamente las ramas bajas de los árboles, y finalmente se disemina al interior del bosque. El control de los incendios en sitios montañosos como los existentes en las laderas montañosas esta unidad mayor, es casi imposible por vía terrestre ante las difíciles condiciones de acceso.

Con relación al bosque de *Abies religiosa*, de acuerdo con Rzedowski (1988), desde el punto de vista económico, estos bosques han representado por años un recurso importante en varias partes del país, pues la madera de esta especie es la materia prima preferida por la industria de la celulosa para la producción del papel, esta situación no es ajena a esta unidad mayor sin importar que las mayores extensiones se ubican en zonas protegidas, como ejemplo están las laderas ubicadas al noreste de la Mesa El Tabaquillo, UAB 39 y 269, en la que se encuentran con cierta facilidad claros donde el bosque de coníferas ha sido talada. Otro sitio es el que esta ubicado a escasos 3 km al noroeste de las lagunas de Zempoala. Sin embargo, mínimos son los esfuerzos que se llevan a cabo para minimizar estos impactos; ejemplo de esto último sólo fue visto en las márgenes del Volcán Pelado (UAB 151 y 181), donde se han efectuado labores de restauración en amplias áreas, aunque es este caso con especies del género *Pinus*.

De acuerdo con Monroy y Colín (1991), el consumo local de la madera del oyamel se orienta como combustible, para la

construcción y como productos de aserradero en forma de tablas, aun cuando se le considera por lo común como demasiado suave y poco durable; cerca del Poblado de "El Capulín" dentro de la unidad ambiental 113, fue posible constatar la tala de árboles de oyamel con estos fines.

De acuerdo a observaciones realizadas y los datos mencionados en la tabla 11, lo que ocurre en las márgenes del Volcán Guespalapa, UAB 3, 4 y 6, dentro del municipio de Huitzilac, Morelos, es otra clara muestra de la explotación irracional del recurso forestal; la población de pinos ha sido paulatinamente sustituida por la población de *Alnus* (aile), una especie que sea ha mantenido en proceso de sucesión hacia la recuperación del bosque de coníferas, inducida por la tala selectiva.

Las observaciones realizadas en los sitios donde se distribuye el pastizal, muestran que su presencia algunas veces se asocia con un proceso de sucesión de comunidades vegetales (unidad ambiental 88). Otras veces fue consecuencia del pastoreo intenso, y en la mayoría de los casos a los fuegos periódicos intencionales. Es común que el pastizal inducido se mantenga favorecido por las actividades agrícolas realizadas por los grupos campesinos (UAB 12, 91, 112, 114 y 288), retardando el proceso de sucesión natural de la vegetación; esto tiene una estrecha relación con la acción que en forma conjunta realizan el pastoreo y los fuegos frecuentes, este patrón parece ser similar al que se presenta en el piedemonte general de la UM 4. Piedemonte "Cuernavaca-Buenavista".

Hacia la zona Norte de la subcuenca, donde predominan las asociaciones pino-encino, pino-aile, bosque de encino, bosque de pino y bosque de oyamel, las evidencias observadas muestran que la presencia del pastizal está relacionado con procesos de disturbio, asociado a la tala clandestina, incendios naturales e intencionales, y pastoreo de ganado ovino. Rzedowski (1988), menciona al respecto que muchas veces corresponde a algún factor del medio natural relacionado con cambios en el suelo lo que favorecen el mantenimiento del zacatal.

A pesar de que el Corredor Biológico Chichinautzin y el P. N. Lagunas de Zempoala, representan áreas de contención del acelerado crecimiento urbano de las ciudades de México y Cuernavaca, la pérdida de los ecosistemas es patente. Los recursos y los servicios ambientales que ofrecen estos sistemas son insustituibles tanto para las comunidades humanas como para la vida silvestre; representan un área importante para el valle de Cuernavaca, y es donde se recargan los mantos acuíferos que surten a las zonas urbanas localizadas al Sur.

Otros elementos de disturbio de los recursos forestales son el pastoreo y sobre todo el uso tradicional del fuego asociado al manejo de pastos. Estos dos últimos elementos son los que mayor influencia ejercen sobre los pinares en comparación con otros factores.

Otra amenaza para los bosques es la sustitución gradual de la vegetación original por unidades agroproductivas trabajadas por grupos ajenos con mayor poder económico, que prefieren a los monocultivos de avena y trigo al cultivo de maíz; estas actividades conllevan a cambios en el uso del suelo y pérdida de amplias superficies forestales. Este panorama es característico en todas las planicies ubicadas cerca del paraje Fierro del Toro; así como las que se ubican al noreste de El Capulín y en el paraje conocido como Llano de Vidrio, en la sección Norte de la subcuenca (Monroy y Colín, 1991).

En una visión global de los recursos forestales, la mayor riqueza económica se encuentra sin duda en las zonas boscosas, recursos que en contraposición, tienen un aprovechamiento forestal incipiente y carente de planeación, de carácter tradicional y que es practicado por los lugareños para la obtención de tablas y vigas.

Como ejemplo de lo anterior se menciona al poblado de Huitzilac donde las actividades silvícolas tradicionales son la extracción de madera para la construcción y elaboración de muebles; labrado de instrumentos de campo y enceres domésticos; la obtención del ocote para combustible, la recolecta de leña como fuente de energía, y la extracción de tierra de monte (Monroy y Colín, 1991). Cada una de estas actividades y su forma ineficiente de realizarlas, tiene diferentes repercusiones en los bosques que precisan ser cuantificadas para tener una idea aproximada de los impactos que ocasiona al recurso forestal.

Se identificaron en esta unidad mayor 18 tipos de uso del suelo y se obtuvieron por cada uno, las coberturas en hectáreas que se incluyen en la tabla 14.

Tabla 12. Cobertura en hectáreas por uso del suelo en la UM 3. Laderas de montaña “El Pelado-Tabaquillo-La Gloria”.

Uso del suelo	Cobertura		UAB involucradas
	Ha	%	
Forestal bosque de coníferas(oyamel y pino)	3971	22.4	19
Forestal bosque de coníferas(pino)	2566	14.5	9
Forestal (bosque mixto)	1808	10.2	8
Forestal bosque de coníferas(oyamel y pino), matorral	45	0.3	3
Forestal bosque de coníferas(pino), pastizal inducido	997	5.6	1
Forestal bosque de coníferas(oyamel y pino), pastizal inducido	184	1.0	4
Pastizal Inducido	1247	7.0	8
Pastizal inducido, agricultura	771	4.3	4
Pastizal inducido, matorral	836	4.7	1
Pastizal inducido, forestal (bosque mixto)	230	1.3	1
Agricultura	1179	6.6	4
Agricultura, pastizal inducido	892	5.0	6
Agricultura, urbano	600	3.5	1
Urbano	2422	13.6	6
Total	17748		75

6.1.4. UM 4. Piedemonte “Cuernavaca-Buenavista”

Se distribuye en un extenso abanico de origen volcánico observable fácilmente tanto en fotografía aérea como en cartas topográficas; se ubica en la parte media de la subcuenca y forma parte de la formación Cuernavaca (Palacio, 1982), también conocido como “Glacis de Buenavista” (Ortíz, 1977). Tiene un origen poligenético asociado con cambios climáticos, procesos de gelifracción y de ladera, que se presentaron hace miles de años en el área donde ahora se observan los restos del volcán Zempoala (Palacio-Prieto, 1982; Ortíz, 1977, Mooser, 1996) y (López-Blanco, 1999, comentario)

Ortíz (1977), sitúa el límite cronológico de Glacis en el Holoceno, debido a la presencia de interestratificaciones lávicas dentro de la formación. Las emisiones las considera equivalentes, tanto en composición como en edad a la del grupo Chichinautzin, pudiendo incluso corresponder al mismo grupo. Menciona que el origen y evolución del Glacis estuvo relacionado con cambios climáticos y procesos de gelifracción, particularmente por la acción del hielo en la Sierra de Zempoala, fuente de material, durante épocas glaciales. Palacio (1982), menciona que se le atribuye una edad pliocénica asignada particularmente por la presencia de osamentas de elefantes.

Mooser (1996), asocia el origen de esta formación con las Sierras Mayores. De acuerdo con este autor estas mesoestructuras definidas por él como Formación Tarango, se caracterizan por la creación de extensos abanicos volcánicos a sus pies, compuestos por flujos piroclásticos de composición intermedia a ácida, capas de pómez, depósitos fluviales y paleosuelos. Menciona que la abundancia de agua en las erupciones que formaron la Tarango es un indicio de la posición relativamente somera de las cámaras magmáticas, que dieron origen a las Sierras Mayores.

El abanico forma un gran piedemonte que ocupa un amplio sector de la subcuenca desde los 1100 a los 2800 metros de altitud. Sin embargo, los límites reales del Glacis de Buenavista van más allá de los linderos de esta unidad mayor y de la propia subcuenca del Colotepec. El piedemonte queda limitado al poniente por las estratificaciones de la Sierra de Tejaltepec y por el oriente llegaba al Valle de Jiutepec, pero un tercio de su superficie original quedó sepultada por los derrames de lava basáltica producto de la erupción de varios volcanes pequeños del Grupo Chichinautzin, ocurridas en los últimos 2400 años (Aguilar, 1998).

Los tipos de clima predominantes de Norte a sur, son tres: el templado subhúmedo; el semicálido subhúmedo; y el cálido subhúmedo, todos con régimen de lluvias en verano.

Esta unidad mayor se integra de 65 unidades ambientales biofísicas y es la que más cobertura tiene dentro de la subcuenca con 20272 hectáreas que representan un 29.0% del área total de la subcuenca, figura 19 y tabla 26. Se encuentra entre los municipios de Ocuilán, Edo. de México y en su mayor extensión en los municipios de Cuernavaca y Temixco, ambos del Edo. de Morelos.

La morfogénesis de las unidades es la siguiente:

Tabla 13. Resumen de las unidades ambientales biofísicas de la UM 4. Piedemonte "Cuernavaca-Buenavista".

Morfogénesis del relieve	Tipos de relieve	Numero de unidades	Pendiente (%)	Altura relativa (m)	Area (ha)	Altitud (msnm)	Descripción general
Laderas de montaña de origen endógeno volcánico de flujos piroclásticos del Cuaternario	Ladera de montaña baja	3	11 a 33	200 a 240	482	2389 a 2529	Unidades ubicadas a unos cinco kilómetros al Oeste de la localidad de Santa María, pertenecen a las partes baja del Volcán Zempoala, municipio de Cuernavaca. Y a tres kilómetros al Suroeste del poblado de Huitzilac, todas dentro del Edo. de Morelos
Lomeríos de origen endógeno volcánico de flujos piroclásticos del Cuaternario	Lomerío alto	1	5 a 20	180	291	2139	Unidad ubicada a tres kilómetros al Oeste de la zona urbana del municipio de Cuernavaca, Morelos.
	Lomerío bajo	2	0 a 6	40 a 80	214	1135 a 1455	Una de las unidades tiene en sus límites a secciones de la Col. Satélite, municipio de Cuernavaca. Otra es adjunta al Cerro de las Flores, Xochitepec. Ambas dentro del Edo. de Morelos.
Piedemontes generales de origen endógeno volcánico de flujos piroclásticos del Cuaternario.	Piedemonte general superior	2	5 a 11	220 a 320	2136	1931 a 2167	Unidades ubicadas al Norte dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos. Una tiene en sus límites a los poblados de Buenavista del Monte, El Cebadal, Tlatempa y Ahuatenco.
	Piedemonte general intermedio	13	5 a 9	40 a 240	3056	1674 a 1765	Unidades ubicadas dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos.
	Piedemonte general inferior	20	2 a 6	40 a 200	3992	1424 a 1625	Unidades ubicadas entre los municipios de Temixco y Cuernavaca, en Morelos. Una importante proporción está ocupada por la zona urbana de estas entidades.
Superficies cumbrales entre barrancos adyacentes de origen exógeno denudatorio del Cuaternario	Superficies cumbrales	7	0 a 9	60 a 120	2769	1252 a 1331	Unidades ubicadas entre los municipios de Temixco y Cuernavaca, Morelos. En una de estas unidades se encuentra el aeropuerto de la Ciudad de Cuernavaca.
Piedemontes de origen exógeno acumulativo de aluvión del Cuaternario	Piedemonte local	1	2 a 5	40	37	1243	Zona urbana del municipio de Temixco, Morelos.
Planicies de origen exógeno acumulativo de aluvión del Cuaternario	Planicies aluviales	4	0 a 3	20	699	1091 a 1219	Unidad ubicada al Sur dentro del municipio de Temixco, Morelos, en el Glacis de Buenavista.
	Planicies aluviales intermontanas	1	5 a 10	120	45	3072	Unidad ubicada al Sur dentro del municipio de Huitzilac, Morelos.
	Planicies aluviales onduladas	1	2 a 12	80	78	2424	Unidad ubicada al Suroeste dentro del municipio de Huitzilac, Morelos.
Planicies aluviales y paredes de barranco de origen exógeno denudatorio del Cuaternario		10	0 a 18	80 a 860	5920	1141 a 2009	Las unidades corresponden a las barrancos y arroyos que cruzan al Glacis de Buenavista entre los municipios de Cuernavaca y Temixco: corrientes El Mango, Colorada, El Sabino y El Tecolote.

Los tipos de suelo con mayor cobertura son el Acrisol, Feozem, Vertisol, distribuidos principalmente en los piedemontes generales que dan forma al abanico volcánico del Glacis de Buenavista (Ortiz, 1977).

La configuración del patrón hidrológico corresponde a un drenaje paralelo-asimétrico. Los aportes de esta corriente son manantiales o afloramientos de ríos subterráneos originados por la infiltración de las precipitaciones pluviales que caen en las laderas de montaña de las UM 1, 2 y 3, en los municipios de Ocuilán y Coatepec, Edo. de México y Huitzilac, Morelos.

Las corrientes principales son dos: El río Apatlaco y la corriente del río Colotepec. El primero tiene su origen en los manantiales de Chapultepec (dentro del Parque recreativo Jungla Mágica), municipio de Cuernavaca, Morelos; recibe en su trayecto las aguas de las barrancas El Túnel, El Pollo, Pilcaya, El Limón, Panocheras y Salado, afluentes que cruzan la parte centro y oeste del municipio de Cuernavaca.

El afluente más Norteño es la barranca Chalchiuapan que recibe sus aportes de manantiales que afloran de ríos subterráneos provenientes de las laderas del Volcán Zempoala, en el municipio de Ocuilán, Edo. de México; veneros ubicados en el bosque de transición al noroeste de Cuernavaca en un sitio conocido como Tepeite. En su trayecto recibe las aguas de las barrancas de Ahuatlán, Zompante y Atzingo, este último cambia de nominación a Barranca San Antón a la altura de la colonia del mismo nombre, continuando hacia el Sur donde finalmente se integra al río del Pollo (CETENAL, 1982a).

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

La otra corriente principal de esta unidad mayor es el río Colotepec, que da nombre a la subcuenca. En su recorrido, recibe las aportaciones de los afluentes del río Cuentepec al poniente de la subcuenca dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos; el río se forma por las corrientes permanentes de Los Sabinos y arroyo Cocotzina, este último formado por los aportes de los arroyos El Cabellito, Fundición, El Sabino, el Alguacil, el Mango y el Tejocote. La corriente Los Sabinos sólo recibe los aportes de arroyo El Salado, de carácter intermitente (CETENAL, 1982a). Las corrientes del río Apatlaco y Colotepec abandonan finalmente el área a la altura del Cerro de las Flores, Xochitepec, ubicado entre los límites de los municipios de Xochitepec y Zacatepec, Morelos y se reúnen formando un solo cauce a la altura del balneario Apotla en la UM 8. Planicies "Alpuyeca-Jojutla", en el municipio de Puente de Ixtla, Morelos.

Los tipos de vegetación en el área de acuerdo al gradiente altitudinal de Norte a sur son: el bosque de coníferas (2800 a los 2100 de altitud), límite inferior de este tipo de vegetación dentro de la subcuenca), bosque mixto (2100 a los 1900 de altitud), el bosque de encino (1900 a los 1500 de altitud), el bosque de *Juniperus* (1900 a los 1700 de altitud), la selva baja (de los 1900 de altitud, hasta la desembocadura de la cuenca) y el bosque de galería (de los 1500 de altitud hasta la desembocadura de la cuenca). Los límites de distribución de los tipos de vegetación, tanto al Norte como al Sur, como es natural van más allá de los límites de esta unidad mayor en lo particular, y de la subcuenca en lo general.

El bosque de coníferas

En este tipo de vegetación destacan los géneros *Pinus* y *Abies*; en menor grado se encuentran asociados con especies latifoliadas del género *Quercus* y *Alnus*. Se distribuye en las laderas bajas del Volcán Zempoala, en Ocuilán, Edo. de México.

El bosque mixto y bosque de encino.

Desciende a altitudes cercanas a los 1700 metros al interior de los barrancos con una franca dominancia hasta los 1900 m; crece en las laderas y a orillas de arroyos en suelos húmedos. Con base en lo observado la variación en la disponibilidad de agua es determinante, la mayor cobertura de árboles se ubican en las partes interiores de los barrancos, esta condición cambia hacia las superficies cumbreles fuera de los barrancos, donde es considerablemente menor.

En los barrancos El Mango y El Cerro, el bosque de encino cuando es dominante es del tipo caducifolio; pierden sus hojas por un corto periodo de tiempo, tal vez no mayor de dos meses. El bosque frecuentemente se entremezcla al Norte con el bosque de pino formando un bosque mixto (1900 m) y al Sur con individuos de las especies *Juniperus flaccida* y *Cupressus lindleyi*.

En la barranca El Tecolote, corriente casi paralela al arroyo de San Antón, al Oeste de Cuernavaca, los encinos son perennifolios, la especie corresponde a *Quercus magnoliifolia*. Presenta hojas relativamente grandes de hasta 35 cm de largo y cohabitan con esta especie plantas epífitas (orquídeas y tillandsias); incluso las familias de las compuestas y las labiadas están bien representadas. De acuerdo con Rzedowski (1988), la presencia de este tipo de organismos se correlaciona con un microclima más benigno, sobre todo la humedad atmosférica y sus variaciones a lo largo del año.

Rzedowski (1988) menciona que la presencia de los encinares en las zonas de clima caliente de México constituye un relicto de épocas anteriores, en las cuales el clima era más fresco que el actual y la correlacionan con los avances de los glaciares del Pleistoceno.

El bosque de *Juniperus*.

El bosque de *Juniperus flaccida* y matorrales de *Quercus spp*, son comunes a una altitud entre los 1700 y los 1900 metros. Rzedowski (1988), con base en sus observaciones en el Valle de México considera estas dos especies como posibles comunidades secundarias derivadas del pinar, favorecidas por los incendios. En ocasiones el número de individuos de *Juniperus flaccida* es considerable en barrancos medianamente profundos (unos 30 metros), pero se distribuyen sobre el piedemonte en forma dispersa o en pequeños manchones, conviviendo con el pastizal; conforme aumenta la altitud se observaron individuos de unos 10 metros de alto aproximadamente, pero por lo general son árboles no mayores a cuatro metros de altura. En altitudes menores a los 1700 metros ya se manifiesta la intercalación con elementos de la selva baja, hacia la zona de los barrancos.

Otra especie común es *Cupressus lindleyi*, propagada en la misma franja altitudinal donde se observó *Juniperus flaccida*. Se distribuye en forma dispersa, pero siempre asociada a cañadas y sobre suelos profundos, donde las condiciones microclimáticas favorecen la humedad. Ambas especies se entremezclan con el género *Quercus* y *Pinus* a una altitud de 1900 metros.

La selva baja

De acuerdo con observaciones realizadas, los remanentes de la selva baja son frecuentes en las paredes de los barrancos del Glacis de Buenavista, manteniendo este tipo de vegetación con cierto grado de conservación, fuera de la influencia del ganado, de los incendios y de la tala selectiva. Los representantes de la familia de las *Burseraceae* son buenos ejemplos de esta condición. Otros elementos menos frecuentes son de la especie *Pseudosmodium perniciosum*, a la que se le ha asociado con condiciones de disturbio, principalmente por el fuego.

Flores y Martínez (1990), indican que los barrancos son de los sitios contados donde existen elementos originales de la selva baja. Al respecto menciona para la zona urbana de Cuernavaca, la presencia de *Inga vera*, *Hellicarpus pallidus*, *Guazuma tormentosa*, *Petiveria alliacea*, *Phytolaca icosandra*, *Govania lupuloides*, *Justicia salviiflora* y *Erithrina americana*, dentro de la barranca de Chapultepec, al Este de la ciudad.

El bosque de galería

Se distribuye particularmente en los barrancos El Sabino y El Tecolote, en altitudes que van de los 1500 a los 800 metros; sin embargo, los límites al Sur de la subcuenca, no corresponden a los límites de distribución natural de este tipo de vegetación, esta especie va más al Sur. La especie dominante en ambos barrancos, corresponde a *Taxodium mucronatum*.

En el área se establecieron 10 sitios de muestreo para determinar el Índice de Dominancia de las especies arbóreas dentro de las unidades biofísicas 56, 228, 239 (diferentes secciones de esta unidad), 255, 265 (también en diferentes secciones). Los resultados son los siguientes:

Tabla 14. Determinación del Índice de Dominancia en 10 sitios de muestreo dentro del UM 4. Piedemonte "Cuernavaca-Buenavista".

Especie	Cob	Frec	Den	ID	ID(%)	Unidad ambiental	Localización y descripción del sitio
<i>Quercus magnoliifolia</i>	41.41	100	0.06	248.46	93.29	56	A tres kilómetros al Oeste de Buenavista del Monte en la proximidad del barranco el Cerro. El tipo de relieve es de planicie aluvial y paredes de barranco.
<i>Cupressus lindleyi</i>	17.08	60	0.01	10.25	3.85		
<i>Pinus teocote</i>	20.40	40	0.006	4.90	1.84		
<i>Bursera simaruba</i>	39.92	80	0.022	70.26	58.07	228	Margen derecha del barranco El Cerro, es un pequeño volcán que intrusión al Glacis, este es una de dos estructuras volcánicas que se aprecian en la zona. El tipo de relieve es de piedemonte general inferior.
<i>Bursera morelensis</i>	19.29	80	0.016	24.45	20.21		
<i>Bursera sp.</i>	21.64	80	0.008	13.85	11.45		
<i>Sapium macrocarpum</i>	6.51	80	0.016	8.33	6.89		
<i>Guazuma ulmifolia</i>	8.25	40	0.008	2.64	2.18		
<i>Quercus obtusata</i>	88.76	100	0.29	2574.04	99.35	239	Margen derecha del Arroyo El Mango, al Sur del Poblado de Ahuatenco. El tipo de vegetación es el bosque de encino-madrño. Es característico que los árboles de encino son propiamente brotes de árboles más viejos que persisten como tocones. El bosque de encino es frecuentemente utilizado para la producción de carbón vegetal, este aprovechamiento ha provocado que especies como <i>Arbutus</i> alcancen mayores tallas en comparación a las de <i>Quercus sp</i> . El tipo de relieve es de planicie aluvial y paredes de barranco.
<i>Arbutus xalapensis</i>	11.24	100	0.015	16.86	0.65		
<i>Quercus obtusata</i>	19.63	100	0.026	51.04	71.83	239	Margen derecha del Barranco el Túnel, a unos dos kilómetros al Norte del poblado El Cebadal. El tipo de vegetación es bosque de encino-pino. El tipo de relieve es de planicie aluvial y paredes de barranco.
<i>Pinus teocote</i>	50.83	60	0.006	18.30	25.75		
<i>Taxodium mucronatum</i>	71.14	80	0.02	113.82	88.20	239	Cauce del barranco El Sabino. El tipo de vegetación es el bosque de galería. El tipo de relieve es de planicie aluvial y paredes de barranco.
<i>Oreopanax xalapensis</i>	11.67	80	0.012	11.21	8.68		
<i>Sapium macrocarpum</i>	30.19	60	0.008	14.49	33.33	239	Margen derecha del barranco Los Sabinos, a escasos kilómetros del poblado de Tetlama. El tipo de relieve es de planicie aluvial y paredes de barranco.
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	18.84	60	0.012	13.57	31.20		
<i>Guazuma ulmifolia</i>	13.90	80	0.012	13.35	30.69		
<i>Guazuma ulmifolia</i>	32.02	80	0.01	25.62	45.14	255	Margen izquierda del barranco Cocotzina, a escasos kilómetros del poblado de Tetlama. El tipo de relieve es de planicie aluvial intermontana.
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	21.57	60	0.016	20.71	36.49		
<i>Sapium macrocarpum</i>	5.54	80	0.012	5.32	9.38		
<i>Opuntia streptacantha</i>	4.81	60	0.006	1.73	3.05		

Tabla 14. Determinación del Índice de Dominancia en 10 sitios de muestreo dentro de la UM 4. Piedemonte "Cuernavaca-Buenavista".
...Continuación

Especie	Cob	Frec	Den	ID	ID(%)	Unidad ambiental	Localización y descripción del sitio
<i>Sapium macrocarpum</i>	41.50	80	0.016	53.12	67.53	265	Margen derecha del barranco El Tecolote Tipo de vegetación: selva baja. El tipo de relieve es de planicie aluvial y paredes de barranco. El tipo de relieve es de planicie aluvial y paredes de barranco.
<i>Thevetia ovata</i>	17.98	60	0.008	8.63	10.97		
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	10.36	60	0.012	7.46	9.48		
<i>Bursera sp</i>	7.83	60	0.012	5.64	7.17		
<i>Guazuma ulmifolia</i>	8.53	40	0.006	2.05	2.60		
<i>Quercus magnoliifolia</i>	29.67	60	0.02	35.60	55.46	265	Margen derecha del barranco El Tecolote, cerca del cauce y próximo a la colonia Alta Vista. El tipo de vegetación es el bosque de encino El tipo de relieve es de planicie aluvial y paredes de barranco.
<i>Quercus pedunculatis</i>	22.71	60	0.012	16.35	25.47		
<i>Guazuma ulmifolia</i>	36.94	40	0.008	11.82	18.41		
<i>Quercus magnoliifolia</i>	75.19	60	0.016	72.18	93.04	265	Margen derecha del barranco El Tecolote, cerca del cauce y próximo a la colonia Alta Vista. El tipo de vegetación es el bosque de encino El tipo de relieve es de planicie aluvial y paredes de barranco.
<i>Quercus pedunculatis</i>	21.14	40	0.006	5.07	6.54		

Cob = cobertura; Frec = frecuencia; Den = densidad; ID = índice de dominancia

Condición ambiental

Los amplios y profundos barrancos característicos de la UM 4. Piedemonte "Cuernavaca-Buenavista" son el resguardo de una buena cantidad de escenarios naturales, donde es peculiar la presencia de especies como *Taxodium mucronatum* y *Ficus petiolaris*, representantes del bosque de galería; y la selva baja caducifolia con los géneros *Bursera*, *Guazuma*, *Ipomoea*, *Plumeria* y una presencia importante de la familia Leguminosae, con los géneros *Acacia*, *Enterolobium*, *Erithrina*, *Leucaena* y *Lysiloma*, entre otros.

Las modificaciones ambientales negativas que han sufrido los barrancos que están en contacto con zonas urbanas, es irremediable. Son ejemplos de ello el barranco El Tecolote, o el de Atzingo al poniente de la ciudad de Cuernavaca, donde se encuentra el Salto de San Antón. Estas corrientes se han convertido en tiraderos de basura y receptáculo de las aguas residuales provenientes de zonas residenciales y ciudades perdidas, estas últimas asentadas en ocasiones en las márgenes y partes profundas de los barrancos.

En cuanto al aprovechamiento forestal los recursos vegetales son bastante explotados. Por ejemplo, los encinares son empleados en el ámbito local con fines de subsistencia, pero de uso limitado en el ámbito industrial. El bosque de encino observado hacia la zona de los barrancos dentro del Glacis de Buenavista por lo regular está formada por árboles de talla corta con troncos delgados de 10 cm de diámetro en promedio. Sin embargo, se encontraron en el barranco El Tecolote, grupos de encinos (*Quercus magnoliifolia*) de tallas superiores a los 15 metros y troncos con diámetros entre 30 a 110 cm; es uno de los contados sitios donde el bosque de encino está bastante conservado y es posible que se correlacione con la inaccesibilidad del terreno; paradójicamente también la proximidad del barranco con la zona urbana sea una de las causas, ya que la tala sería evidente en tal sitio.

La explotación de los encinares se encausa a la obtención de carbón vegetal, uso que sigue teniendo demanda a pesar del empleo difundido de otros combustibles como el petróleo y gas doméstico. Esta forma de aprovechamiento se observó cerca del poblado de El Cebadal, lugar próximo a Buenavista del Monte en Cuernavaca, Morelos. Por lo regular el producto obtenido es con fines de autoconsumo, pero también se encausa a la venta comercial; los excedentes por lo regular se venden en sitios de abasto locales o mercados del municipio de Cuernavaca, Morelos (mercado municipal Adolfo López Mateos).

Esta forma de explotación explica el estado que guarda el bosque de encino de los barrancos El Mango y El Túnel, ya que la sobreexplotación tiene una íntima relación con los diámetros que ostentan los troncos observados en las inmediaciones. Esta afirmación se sustenta en las observaciones realizadas y cuantificadas en el sitio de muestreo ubicado en la margen derecha del Arroyo El Mango al Sur del poblado de Ahuatenco, UAB 239; de acuerdo con los resultados obtenidos es frecuente encontrar especímenes con diámetros de tronco que oscilan entre 04.0 y 36 cm. Sin embargo, el 82% de los individuos observados tenían troncos con diámetros menores a los 20 cm y el 18% restantes de 22 a 36 cm. Un indicador importante es que varios individuos eran propiamente retoños de árboles que aún permanecían como tocones.

En cuanto a la selva baja, las especies de este tipo de vegetación son de escasa importancia forestal, pues el tamaño y la forma de sus árboles no presentan características deseables para el comercio. Sin embargo, localmente a falta de mejores materiales de construcción, la madera de muchas especies se usa para este fin, así como para la fabricación de artesanías, muebles y utensilios diversos; como postes en cercas vivas y muertas, combustible, fuente de alimento o como recurso medicinal.

En opinión de Rzedowski (1988), la selva baja caducifolia al ser destruida da lugar frecuentemente a comunidades secundarias en las que predomina la especie *Guazuma ulmifolia*. Si a esta especie se le designa como indicadora de disturbio y se le asocia el hecho de que tiene una importante distribución en varios sitios dentro del Glacis de Buenavista, se puede afirmar que la selva baja materialmente ha sido erradicada del área por el avance de la frontera agrícola y urbana, la ganadería extensiva y los incendios en la mayoría de los casos intencionales y en el menor, por causas naturales.

La transformación severa del entorno ha permitido el establecimiento de vegetación secundaria de especies como *Acacia farnesiana* de marcada dominancia, que cohabita con especies de los géneros *Ipomoea* y *Opuntia*. Este tipo de asociación es común en las superficies cumbreles del Glacis, ubicadas a una altitud por abajo de los 1500 metros.

A una elevación de 1800 y 1950 m, al Oeste del Poblado de Buenavista del Monte se observaron parcelas agrícolas con suelos profundos. Sin embargo, una importante sección del Glacis, a una altitud entre los 1900 y los 1600 m y una pendiente que va de los 2 a los 12 grados, presenta procesos erosivos bastante avanzados, la presencia de vegetación en este lugar con excepción de los barrancos, es casi nula y sólo logran sobrevivir unas cuantas especies vegetales adaptadas a estas condiciones como el género *Cupressus* y *Opuntia*.

Por abajo de los 1600 se práctica la agricultura de temporal dedicada a la producción principalmente de sorgo; la siembra de maíz es insignificante y sólo se encausa al consumo local; la práctica de la ganadería tiene carácter extensivo.

La mancha urbana tiene una importante expresión dentro de la subcuenca, casi el 35% de su extensión presenta asentamientos humanos de los municipios de Cuernavaca, Temixco y Xochitepec, resaltando la ciudad de Cuernavaca, asentada en la parte media del Glacis porción este; su crecimiento no se ha incrementado particularmente por la presencia de amplios barrancos como El Tecolote, barreras que paulatinamente van siendo sorteadas con la construcción de puentes. El crecimiento de la mancha urbana del municipio de Temixco está avanzando de sur a Norte y gradualmente va invadiendo de igual forma al Glacis por su parte baja. Crecimiento que de no controlarse será la causa de la aceleración de la degradación de los recursos naturales (agua, flora, fauna y escenarios locales) que ahora persisten en los barrancos del Glacis.

Se identificaron 12 tipos de uso del suelo dentro de la unidad mayor y se obtuvieron para cada una las siguientes coberturas en hectáreas.

Tabla 15. Cobertura en hectáreas por uso del suelo en la UM 4. Piedemonte "Cuernavaca-Buenavista".

Uso del suelo	Cobertura		UAB involucradas
	Ha	%	
Forestal (selva baja), bosque de encino, bosque de galería	3670	18.1	3
Forestal (selva baja), bosque de galería	1609	7.9	3
Forestal bosque de coníferas (pino)	1091	5.4	1
Forestal bosque de coníferas (oyamel y pino)	852	4.2	5
Forestal (selva baja)	1058	5.2	3
Forestal bosque de coníferas (pino), agricultura	45	0.2	1
Forestal (selva baja), agricultura	16	0.1	1
Pastizal inducido	5682	28.1	25
Agricultura	314	1.6	3
Urbano	3992	19.7	15
Urbano, agricultura	1413	7.0	3
Urbano, pastizal inducido	530	2.6	2
Total	20272		65

En cuanto al recurso agua, es en esta unidad mayor donde afloran la mayor cantidad de manantiales provenientes de ríos subterráneos que tienen sus orígenes en las UM 1 y 2 por infiltraciones del agua de lluvia. Los aprovechamientos más significativos en el valle de Cuernavaca, se encuentran concentrados en la capital de la entidad. Por ejemplo, el Tepeite o Agua de San Pedro; los manantiales de Santa María Ahuacatitlán, de Atzingo, de Chapultepec y El Túnel, entre los más importantes. Los niveles freáticos al aproximarse a la superficie, permiten la existencia de los balnearios Ex hacienda de Temixco, Palo Bolero, Apotla, Iguazú, Real de San Nicolás y Los Naranjos, todos al Sur de la subcuenca.

6.1.5. UM 5. Lomeríos "Tres de Mayo-Atlacholoaya"

Se distribuye desde los 1650 de altitud, sección media de la subcuenca, hasta los 900 de altitud, sección sur de la misma. El área corresponde a geología de basaltos del Cuaternario (Pleistoceno)/Cuaternario (Holoceno) con un típico escenario compuesto de pequeños volcanes inactivos. En esta unidad mayor el clima predominante es el cálido subhúmedo, con lluvias en verano. El área se distingue principalmente por la presencia de un escenario típicamente volcánico y se caracteriza por una litología compuesta de basaltos, piroclastos, rocas ígneas extrusivas básicas y materiales aluviales.

Se integra de 28 unidades ambientales biofísicas que ocupan un área de 6402 hectáreas, lo que representa el 9.2% de la subcuenca, figura 20 y tabla 26. Se distribuye entre los municipios de Temixco, Xochitepec, Emiliano Zapata, Tlaltizapan y Puente de Ixtla, todos del Edo. de Morelos.

La morfogénesis de las unidades es la siguiente:

Tabla 16. Resumen de las unidades ambientales biofísicas de la UM 5. Lomeríos "Tres de Mayo-Atlacholoaya".

Morfogénesis del relieve	Tipos de relieve	Numero de unidades	Pendiente (%)	Altura relativa (m)	Area (ha)	Altitud (msnm)	Descripción general
Lomeríos de origen endógeno volcánico de flujo lávico basáltico del Cuaternario (Pleistoceno)/Cuaternario (Holoceno)	Lomerío medio	4	0 a 22	100 a 140	995	1229 a 1637	Unidades correspondientes a la zona urbana del municipio de Cuernavaca y Cerro de Jumiltepec (en la periferia del poblado de Atlacholoaya, en el municipio de Xochitepec, ambos del Edo. de Morelos).
	Lomerío bajo	10	0 a 22	40 a 80	2456	944 a 1408	Todas estas unidades se ubican en las localidades de Atacomulco (Jumiltepec); Tezoyuca (Emiliano Zapata); lugar al Norte de Tejlama, cerca del límite municipal (Cuernavaca), Mérida (Temixco), Atlacholoaya (Xochitepec), Amador Salazar y Santa Rosa Treinta (Tlaltizapan), Puente de Ixtla Y zona urbana de Temixco y Tlaltizapan. Todas dentro del Edo. de Morelos.
Superficies cumbreales de origen endógeno volcánico de flujo lávico basáltico del Cuaternario (Pleistoceno)/Cuaternario (Holoceno)	Superficies cumbreales	3	2 a 12	60 a 120	742	990 a 1076	Partes bajas del Cerro de Jumiltepec, en Atlacholoaya. Xochitepec, Morelos.
Piedemontes de origen exógeno acumulativo de aluvión del Cuaternario	Piedemonte local	2	2 a 5	40 a 60	189	1167 a 1367	Unidades asociadas al Cerro de Tres de Mayo y a un pequeño volcán ubicado cerca del poblado de Tezoyuca, ambas dentro del municipio de Emiliano Zapata, Morelos.
	Piedemonte local superior	2	2 a 7	80	251	1130 a 1342	Unidades asociadas al Cerro de Tres de Mayo y Cerro de Jumiltepec, dentro de los municipios de Emiliano Zapata y Xochitepec, respectivamente, en el Edo. de Morelos.
	Piedemonte local medio	1	2 a 5	80	660	1112	Unidad asociada con los Cerro de Jumiltepec y Cerro de Nananche en Xochitepec, Morelos.
	Piedemonte local inferior	2	2 a 9	80	405	1082 a 1280	Unidades asociadas a las partes bajas del Cerro de Tres de Mayo y al Cerro Nananche en los municipios de Emiliano Zapata y Xochitepec, respectivamente, dentro del Edo. de Morelos.
Planicies de origen exógeno acumulativo de aluvión del Cuaternario	Planicies aluviales	3	40	40	261	1043 a 1380	Unidades ubicadas en Atlacholoaya, municipio de Xochitepec (asociadas al Cerro Nananche); en Tlaltizapan (ubicada a 2.5 kilómetros al Este del Cerro de Jumiltepec) y Jumiltepec (Cerro de Tres de Mayo), todas dentro del Edo de Morelos.
	Planicie ondulada	1	0 a 2	80	443	1122	Unidad que se ubica entre los municipios de Xochitepec y Emiliano Zapata, Morelos.

Los tipos de suelo con mayor cobertura dentro de esta unidad mayor son el feozem, litosol y andosol manifestados en lomeríos y piedemontes locales. El área no presenta un patrón hidrológico propio importante por ubicarse en su mayor extensión en el parteaguas de la subcuenca; la mayoría son pequeñas corrientes de carácter temporal como el Corralillo y la Lagunilla que confluyen en los límites municipales de Puente de Ixtla y Tlaltizapan, Morelos, para dar forma al arroyo Poza Onda, afluente del Río Colotepec que vierte sus aguas a la altura del poblado de Zacatepec, Morelos, dentro de la UM 8. Planicies "Alpuyeca-Jojutla".



La vegetación que se distribuye en el área es por lo común secundaria; la selva baja está reducida a manchones que se entremezcla con la mancha urbana y las parcelas agrícolas donde sus representantes se emplean a manera de cercas vivas para la delimitación de parcelas, otros subsisten como elementos de ornato en parques públicos o dentro y fuera de los predios.

En las inmediaciones de los cerros Jumiltepec, Metzonzin y Nananche, cerca de Atlacholaya, municipio de Xochitepec, Morelos, están tal vez los únicos sitios dentro de la subcuenca del río Colotepec, donde está presente la selva baja con un estado de conservación medianamente importante representada por *Conzattia multiflora*. Con frecuencia está confinada a las cañadas o sitios de accidentada topografía al Sur del cerro de Jumiltepec, dentro de las UAB 74, 248, 246, 197, se caracterizan por ser sitios donde la roca está expuesta.

Se establecieron dentro de la UM 5 dos sitios de muestreo para determinar el Índice de Dominancia de las especies arbóreas dentro de las unidades biofísicas 66 y 74. La ubicación de los sitios de muestreo corresponde a las inmediaciones de los cerros Metzonzin, Jumiltepec y Nananche. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 17. Determinación del Índice de Dominancia en dos sitios de muestreo dentro del UM 5. Lomeríos "Tres de Mayo-Atlacholaya".

Especie	Cob	Frec	Den	ID	ID(%)	Unidad ambiental	Localización y descripción del sitio
<i>Conzattia multiflora</i>	55.86	60.00	0.008	26.81	88.64	66	A 700 metros del Cerro Metzonzin, camino al poblado de Atlacholaya; es un sitio accidentado rocoso compuesto de materiales piroclásticos; muestra un alto grado de alteración causado por la utilización del fuego durante las labores agrícolas. El tipo de vegetación es la selva baja caducifolia. El tipo de relieve corresponde a un piedemonte local inferior, en las partes bajas de los cerros de Jumiltepec y Nananche.
<i>Thevetia ovata</i>	11.57	40.00	0.004	1.85	6.12		
<i>Amphipterygium adstringens</i>	6.65	20.00	0.004	0.53	1.76		
<i>Conzattia multiflora</i>	55.49	60	0.012	39.96	61.56	74	A tres kilómetros al Sur de Atlacholaya y a dos kilómetros del cerro Nananche, Xochitepec, Morelos. En las partes bajas de los cerros existen aprovechamientos de tezontle (escoria volcánica). El tipo de relieve corresponde a un piedemonte local inferior, en las partes bajas de los cerros de Jumiltepec y Nananche.
<i>Opuntia streptacantha</i>	8.77	80	0.012	8.42	12.97		
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	11.53	60	0.012	8.30	12.79		
<i>Pithecellobium acatlense</i>	17.09	20	0.018	6.15	9.48		

Cob = cobertura; Frec = frecuencia; Den = densidad; ID = índice de dominancia

Condición ambiental

De acuerdo con las observaciones realizadas en los recorridos por el área de estudio existe un franco deterioro; el área está casi en su totalidad urbanizada con colonias populares, fraccionamientos y centros comerciales por mencionar algunos, pertenecientes a los municipios de Cuernavaca, Jiutepec, Emiliano Zapata, Xochitepec, Tlaltizapan y Tlaquiltenango; una extensa área es utilizada con fines agrícolas.

Se identificaron seis tipos de uso del suelo en el área y se obtuvieron por cada uno las siguientes coberturas en hectáreas, datos que corroboran lo afirmado en el párrafo anterior.

Tabla 18. Cobertura en hectáreas por uso del suelo en la UM 5. Lomeríos "Tres de Mayo-Atlacholaya".

Uso del suelo	Cobertura		UAB involucradas
	Ha	%	
Forestal (selva baja)	149	2.3	1
Pastizal inducido	1285	21.1	7
Pastizal inducido, agricultura	708	11.7	2
Agricultura	617	9.6	4
Agricultura, forestal (selva baja)	480	7.5	2
Urbano, agricultura	1351	21.1	2
Urbano	1812	28.3	10
	6402		28

6.1.6. UM 6. Lomeríos de "Acatlipa"

El área que involucra estas unidades se relaciona con la riolita Tilzapotla del Oligoceno. Está integrada por brecha riolítica originadas por vulcanismo regional. El derrame riolítico se localizan al Sur de Acatlipa, en el cerro del mismo nombre, situado hacia el extremo Sureste de la subcuenca; es el tipo geológico más reducido en términos de área, Palacio (1982). Mooser (1996) la tiene cartografiada en su mapa geológico y la sitúa en el cerro de Acatlipa; la cataloga como una vulcanita del mioceno. El clima predominante en el área es el cálido subhúmedo con lluvias en verano

El área corresponde a una sección relativamente pequeña con cuatro unidades ambientales biofísicas que apenas ocupan una extensión de 337 ha, cercana al 0.5% de la subcuenca, figura 19 y tabla 26. Se ubican entre los límites de los municipios de Temixco y Xochitepec, en el Edo. de Morelos.

La morfogénesis de las unidades es la siguiente:

Tabla 19. Resumen de las unidades ambientales biofísicas de la UM 6. Lomeríos de "Acatlipa".

Morfogénesis del relieve	Tipos de relieve	Numero de unidades	Pendiente (%)	Altura relativa (m)	Area (ha)	Altitud (msnm)	Descripción general
Lomeríos de origen endógeno volcánico de flujos riolíticos del Terciario medio (Oligoceno)/Terciario superior (Mioceno)	Lomerío bajo	2	5 a 11	60 a 80	144	1131 a 1169	Unidades asociadas al Cerro de Acatlipa dentro del municipio de Jiutepec, Morelos. En una de estas se asienta el poblado de Real del Puente.
	Lomerío medio	1	11 a 22	140	126	1233	Cerro de Acatlipa, Municipio de Temixco, Morelos.
Planicies de origen exógeno acumulativo de aluvión del Cuaternario	Planicie ondulada	1	2 a 5	40	66	1146	Unidad asociada al Cerro de Acatlipa, Municipio de Temixco, Morelos

Los tipos de suelo con mayor cobertura dentro de esta unidad mayor son el feozem, castañozem y litosol distribuidos en lomeríos. Al igual que en la UM 5. Lomeríos "Tres de Mayo-Atlacholoaya", tampoco no presenta un patrón hidrológico propio importante. En sus límites confluyen las corrientes que dan forma a río Apatlaco, como las barrancas El Túnel, El Pollo, Pilcaya, El Limón, Panocheras, Salado, Ahuatlán, Zompante, Atzingo y Chalchiuapan, originadas en los manantiales del municipio de Cuernavaca, Morelos, los más aparentes ubicados al Este y Norte de la ciudad, estos últimos provenientes de ríos subterráneos en las laderas del Volcán Zempoala, municipio de Ocuilán, Edo. de México. (CETENAL, 1982a).

La vegetación es principalmente secundaria con representantes de la selva baja secundaria en forma muy dispersa, sirviendo de límites naturales entre parcelas agrícolas. En esta unidad mayor no se establecieron sitios de muestreo debido a que la urbanización y la actividad agrícola están muy extendidas en las cuatro unidades que lo conforman.

Condición ambiental

Los recursos forestales originales del área materialmente han sido erradicados. Las causas de esta situación es el avance de la mancha urbana principalmente de las localidades de Acatlipa y Real del Puente; existe una planicie donde aún se práctica la agricultura.

Más del 70% del área en esta unidad mayor está ocupada por la mancha urbana, la vegetación del área es fundamentalmente secundaria con remanentes de la selva baja utilizados como cercas vivas y de ornato, en predios y banquetas. El 30% restante es dedica a las actividades agrícolas.

Dentro de la UM 6 se identificaron tres tipos de uso del suelo y se obtuvieron por cada uno las siguientes coberturas en hectáreas.

Tabla 20. Cobertura en hectáreas por uso del suelo en la UM 6. Lomeríos de "Acatlipa".

Uso del suelo	Cobertura		UAB involucradas
	Ha	%	
Urbano, agricultura	137	40.7	2
Agricultura, urbano	74	21.9	1
Urbano, forestal (selva baja)	126	37.4	1
Total	337		4

6.1.7. UM 7. Lomeríos "Cerro de Colotepec"

Se encuentra en la porción sur de la subcuenca, dentro del área de influencia de las estructuras geológicas denominadas Formaciones Xochicalco y Morelos cuya edad las sitúa en el Cretácico inferior (Palacio, 1982).

La formación Xochicalco se expresa desde la zona donde se asientan las ruinas arqueológicas del mismo nombre, hasta el cerro Colotepec. Se continua hacia el Sur hasta la carretera de Alpuyecá - Cacahualmilpa, y al noroeste hasta los límites del Estado de Morelos con el Estado de México. La litología característica de esta formación es de calizas con intercalaciones de hojas de pedernal (INEGI, 1979b).

En lo que corresponde a la formación Morelos es una sucesión de calizas y dolomitas, de distribución amplia en el ámbito estatal. La litología es también de hojas de pedernal intercaladas entre las calizas y dolomitas, rocas que son evidencias de un antiguo mar. Los materiales que constituyen esta formación se consideran altamente resistente a los procesos modeladores. Los desniveles que forman el conjunto de los cerros de Colotepec, Jumil y lomeríos presentes en las partes bajas, presentan cabalgaduras con dirección noreste a SO, que separan por el noreste al cerro donde se asientan las ruinas arqueológicas de Xochicalco. Con dirección Suroeste limitan con dos lomeríos bajos. Sobre la cima del Cerro de la Corona están presentes dos fallas con dirección Sureste a Noroeste que dieron origen a piedemontes en sus márgenes (INEGI, 1979b).

En la cima Cerro del Jumil, a 1200 metros al noreste del Cerro de Colotepec, se presenta un pequeño cuerpo denominado Granito Colotepec que intrusión a la formación Xochicalco al que se le asigna su origen en el pre - mioceno. Sin embargo, Palacio (1982) asocia el origen de esta estructura con el surgimiento del Sistema Volcánico Transmexicano, por lo que en su opinión puede ser cretácica tardía - paleoceno. El tronco granítico es el único representante magmático ácido de esta época; presenta textura merocrystalina y minerales como la prehata, antigorita, hematita, magnetita. La matriz es silícica, también se considera como una monzonita cuarcífera porfídica. (INEGI, 1979b). El clima predominante es el cálido subhúmedo con lluvias en verano.

La unidad mayor está integrado por 21 unidades ambientales biofísicas que ocupan un área de 3148 hectáreas, lo que representa el 4.5% del área del total de la subcuenca, figura 20 y tabla 26. Se encuentran dentro de los municipios de Miaquatán, Xochitepec, Puente de Ixtla y Zacatepec, en el Edo. de Morelos .

La morfogénesis de las unidades es la siguiente:

Tabla 21. Resumen de las unidades ambientales biofísicas de la UM 7. Lomeríos "Cerro de Colotepec".

Morfogénesis del relieve	Tipos de relieve	Numero de unidades	Pendiente (%)	Altura relativa (m)	Area (ha)	Altitud (msnm)	Descripción general
Lomeríos de origen endógeno estructural (plegado) de calizas del Cretácico inferior/Eoceno inferior	Lomerío alto	2	0 a 28	160 a 180	887	1057 a 1248	Corresponden al Cerro del Jumil, localizado al Sureste de la zona arqueológica de Xochicalco y al noreste del cerro de Colotepec, Xochitepec. Y cerro ubicado a 1.5 kilómetros al Oeste del poblado de Galeana, Zacatepec, ambos en el Edo. de Morelos
	Lomerío medio	9	2 a 24	100 a 140	1464	1013 a 1258	Las unidades corresponden a las asociadas al Cerro de Colotepec; al cerro de La Tortuga; Cerro de la Corona; Cerro Metzozin dentro del Xochitepec, Morelos.
	Lomerío bajo	2	5 a 24	60 a 80	191	976 a 1228	Estas unidades están ubicadas: una a dos kilómetros al Oeste del Cerro del Jumil. Municipio de Miaquatán; y una más está en las partes bajas del cerro de la Tortuga, dentro del municipio de Zacatepec, Morelos.
Lomeríos de origen exógeno acumulativo de aluvión del Cuaternario	Lomerío bajo	2	0 a 5	40	95	935 a 942	Unidades ubicadas cerca del cerro de la Tortuga en Tetelpa, Zacatepec, Morelos
Piedemontes de origen exógeno acumulativo de aluvión del Cuaternario	Piedemonte local	6	2 a 11	60 a 100	511	943 a 1146	Unidades localizadas en el Cerro de Colotepec; cerca del poblado de Galeana; parte baja del Cerro de La Corona, distribuidos entre los municipios de Xochitepec, Zacatepec y Miaquatán, Morelos.

Los tipos de suelo predominantes son las rendzinas y los litosoles con un 78% de cobertura, son característicos de lomeríos bajos y medios. La hidrología del área está compuesta por escurrimientos temporales que se originan de las partes más altas de las principales elevaciones del Cerro del Jumil y Cerro de Colotepec. En las márgenes Norteñas pasa una corriente permanente denominada Colotepec que tiene sus aportes principales de las corrientes El Sabino y Los Sabinos originados al

Norte de la subcuenca en los manantiales que brotan de ríos subterráneos en las laderas del volcán Zempoala, dentro del municipio de Ocuilán, Edo. de México.

La vegetación predominantemente es la selva baja secundaria. Los remanentes originales de la selva baja se han restringido a lomeríos altos que paulatinamente van cediendo terreno a especies resistentes a situaciones extremas como los desmontes e incendios; en este caso los ejemplos sobresalientes son *Pseudosmodium perniciosum*, *Curatella americana* y varios representantes de las leguminosas, como *Acacia farnesiana* y *Pithecellobium acatlense*. Estas especies están ampliamente distribuidas en los lomeríos donde se encuentra la zona arqueológica de Xochicalco, Cerro del Jumil y Cerro de Colotepec.

La especie *Pseudosmodium perniciosum* es muy frecuente en los suelos calizos de los cerros El Jumil y Colotepec; en menor densidad en los Cerros de La Tortuga y La Corona, en este último se encontraron algunos individuos de esta especie con diámetros de hasta 35 cm. Entre los habitantes de las localidades esta especie es temida por considerarla dañina y tal vez su nombre común diga mucho al respecto, la gente lo llama "hincha huevos".

En esta unidad mayor se establecieron seis sitios de muestreo para determinar el Índice de Dominancia de las especies arbóreas dentro de las unidades biofísicas 64, 77, 75, 93, 199, 296. Los resultados obtenidos son los siguientes:

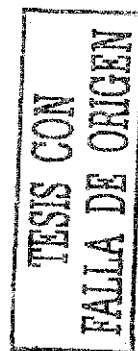
Tabla 22. Determinación del Índice de Dominancia en seis sitios de muestreo dentro del UM 7. Lomeríos "Cerro de Colotepec".

Especie	Cob	Frec	Den	ID	ID(%)	Unidad	Localización y descripción del sitio
<i>Pithecellobium acatlense</i>	48.5	80	0.038	147.440	82.74	64	A 0.7 kilómetros del poblado de Xochicalco, dentro del municipio de Miaatlán, Morelos. El tipo de vegetación es la selva baja; se observaron evidencias de incendios frecuentes. Tipo de relieve corresponde a lomerío bajo.
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	20.9	80	0.012	20.064	11.26		
<i>Pseudosmodium perniciosum</i>	13	80	0.008	8.320	4.67		
<i>Pseudosmodium perniciosum</i>	67.24	100	0.016	107.59	82.84	77	A un kilómetro al Sur del cauce del Río de Colotepec, dentro del municipio de Xochitepec. Sitio de acceso difícil con evidencias de incendios frecuentes. El tipo de relieve es de lomerío medio.
<i>Pithecellobium acatlense</i>	12.41	80	0.014	13.90	10.70		
<i>Bursera sp.</i>	8.02	80	0.012	7.70	5.93		
<i>Bahinia longiflora</i>	25.56	80	0.028	57.25	50.97	75	Cerro localizado a 1.5 km al Oeste del poblado de Galeana, Zacatepec, Morelos; el tipo de vegetación es la selva baja. En este lugar se ubican bancos de material para la explotación de la roca caliza. El tipo de relieve es de lomerío bajo.
<i>Senna skinneri</i>	21.05	80	0.022	37.05	32.98		
<i>Opuntia streptacantha</i>	6.06	80	0.018	8.73	7.77		
<i>Bursera morelensis</i>	62	20	0.002	2.48	2.21		
<i>Amphipterygium adstringens</i>	3.72	60	0.006	1.34	1.19		
<i>Avaradoa amorphoides</i>	12.88	20	0.004	1.03	0.92		
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	6.27	40	0.004	1.00	0.89		
<i>Pseudosmodium perniciosum</i>	29.9	80	0.036	86.112	58.90	93	Ladera Noroeste del Cerro de Colotepec, muy cerca de la carretera que pasa por las zona arqueológica de Xochicalco, Miaatlán, Morelos. El tipo de vegetación es la selva baja; se observaron evidencias de incendios frecuentes. El tipo de relieve corresponde a un lomerío medio.
<i>Brahea dulcis</i>	40.9	100	0.012	49.080	33.57		
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	21.7	60	0.008	10.416	7.13		
<i>Amphipterygium adstringens</i>	40.02	60	0.010	24.01	57.12	199	Cerro de la Tortuga, a 1.5 kilómetros al noroeste de la unidad anterior (75), Zacatepec, Morelos; el tipo de vegetación es la selva baja. En las partes bajas se practica la agricultura. El tipo de relieve es de lomerío medio.
<i>Thevetia ovata</i>	8.36	80	0.010	6.69	15.91		
<i>Bahinia longiflora</i>	8.85	80	0.008	5.66	13.47		
<i>Opuntia streptacantha</i>	6.79	60	0.006	2.44	5.81		
<i>Opuntia streptacantha</i>	6.08	60	0.014	5.11	27.00	296	Cerro de la Corona, dos kilómetros al Sur del Cerro de Colotepec. el tipo de vegetación es la selva baja. En las partes bajas se practica la agricultura. El tipo de relieve es de lomerío medio.
<i>Bursera glabrifolia</i>	10.50	60	0.008	5.04	26.64		
<i>Senna skinneri</i>	7.99	40	0.008	2.56	13.51		
<i>Amphipterygium adstringens</i>	33.09	20	0.002	1.32	7.00		
<i>Avaradoa amorphoides</i>	3.62	60	0.006	1.30	6.89		
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	3.02	60	0.006	1.09	5.75		
<i>Gliricidia sepium</i>	19.89	20	0.002	0.80	4.21		

Cob = cobertura; Frec = frecuencia; Den = densidad; ID = índice de dominancia

Condición ambiental

De acuerdo con lo observado en los cerros del Jumil, Colotepec y Xochicalco (UAB 77, 78, 79, 93 y 187), centros de distribución de la comunidad de *Pseudosmodium perniciosum*, se apreció que esta especie es favorecida por el disturbio, particularmente el fuego. Frecuentemente se le observó cohabitando con palmas de la especie *Brahea dulcis*, cuya presencia también corrobora la alteración de los sitios. Esta condición de disturbio da la impresión de haberse mantenido por varias



décadas ya que Palacios (1966) menciona la presencia de dichas especies casi en las mismas condiciones como se les observa ahora, esto significa que los sitios han permanecido en similares circunstancias por lo menos 40 años.

Sobre uno de los piedemontes de la margen sur del Cerro de Colotepec (UAB 244) se encuentra el "Relleno Sanitario de los biosólidos de ECCACIV, S.A. de C.V. " que es utilizado para acumular desperdicios "de naturaleza no tóxica y no peligrosa". No es el único sitio que se emplea con este propósito, ya que existen otros lugares en las partes altas, entre el cerro del Colotepec y el Cerro del Jumil, tiraderos fuera de operación y actualmente abandonados.

Es común el aprovechamiento que se realiza de los bancos de rocas calizas para la producción de calhidra o como material orientados a la construcción, beneficio patente en las márgenes del cerro localizado a 1.5 km al Oeste del poblado de Galeana y Las Flores (UAB 73 y 75), de acuerdo con datos conservadores han sido extraído aproximadamente unos $14.47 \times 10^6 \text{ m}^3$ de material, 7% del área total del cerro. Desde el punto de vista ambiental, el aprovechamiento de estos sitios como bancos de material, finalmente será la causa en el mediano plazo, de un mayor deterioro del área, incluso en el corto plazo.

El factor que ejerce mayor presión en la vegetación es el avance de la mancha urbana y el incremento de la frontera agrícola. Por ejemplo, en los cerros Las Flores y La Tortuga (UAB 59 y 199), los asentamientos humanos ocupan casi toda su extensión. La actividad agrícola se práctica con fines de autoconsumo y es llevada a cabo en planicies y piedemontes de áreas reducidas (188 hectáreas, 6% del área).

Se identificaron ocho tipos de uso del suelo dentro de esta unidad mayor y se obtuvieron por cada uno, las siguientes coberturas en hectáreas.

Tabla 23. Cobertura en hectáreas por uso del suelo en la UM 7. Lomeríos "Cerro de Colotepec".

Uso del suelo	Cobertura		UAB involucradas
	Ha	%	
Forestal (Selva baja)	1128	35.8	4
Forestal (Selva baja), pastizal inducido	548	17.4	4
Forestal (Selva baja), agricultura	87	2.8	2
Pastizal inducido	109	3.5	1
Agricultura	401	12.7	5
Agricultura, Forestal (Selva baja)	765	24.3	3
Agricultura, urbano	94	3.0	1
Pastizal inducido, agricultura	16	0.5	1
Total	3148		21

6.1.8. UM 8. Planicies "Alpuyeca-Jojutla"

Las unidades dentro del área fueron el resultado de la acumulación de materiales que se enmarcan como depósitos aluviales del alto Amacuzac formados durante el Cuaternario, Mooser (1996). Los materiales son poco o nada consolidados, compuestos de detritos angulosos y gruesos; limos y arcillas; así como cantidades menores de otros materiales. El clima predominante es el cálido subhúmedo con lluvias en verano

Se ubica al Sur de la subcuenca y está integrada de 25 unidades ambientales biofísicas que ocupan un área de 10580 hectáreas, lo que representa el 15.2% de la subcuenca, figura 20 y tabla 26. Se ubica entre los municipios de Xochitepec, Miacatlán, Puente de Ixtla, Tlaltizapan, Zacatepec y Jojutla, dentro del Edo. de Morelos

La morfogénesis de las unidades es la siguiente:

Tabla 24. Resumen de las unidades ambientales biofísicas de la UM 8. Planicies “Alpuyeca-Jojutla”.

Morfogénesis del relieve	Tipos de relieve	Numero de unidades	Pendiente (%)	Altura relativa (m)	Area (ha)	Altitud (msnm)	Descripción general
Lomeríos de origen exógeno acumulativo de aluvión del Cuaternario	Lomerío alto	1	9 a 20	160	114	1039	Esta unidad se ubica en el municipio de Xochitepec, Morelos. Al Norte de esta unidad se encuentra el poblado de Atlacholoaya.
	Lomerío bajo	4	0 a 5	40 a 80	1283	929 a 1102	En los límites de estas unidades están los poblados de Alpuyeca, Galeana y el Cuatro. Otra se encuentra a tres kilómetros al noreste del poblado de Xoxocotla, todas se encuentran en el Edo. de Morelos.
Piedemonte de origen exógeno acumulativo de aluvión del Cuaternario	Piedemonte local	4	0 a 7	20 a 60	362	1050 a 1111	En los límites de estas unidades están los poblados de Real del Puente y Xochitepec. Otra unidad está en las partes bajas del Cerro de Metzonzin, dentro de los municipios de Xochitepec y Miacatlán, Morelos.
Superficies cumbrales entre barrancos adyacentes de origen exógeno denudatorio del Cuaternario		2	0 a 5	60 a 80	2352	1018 a 1060	Estas unidades cubren amplias extensiones, se ubican entre los poblados de Alpuyeca, Atlacholoaya y Xoxocotla, Municipios de Xochitepec y Miacatlán, Morelos.
Planicies aluviales y paredes de barranco de origen exógeno denudatorio del Cuaternario		2	0 a 7	80 a 140	2094	982 a 1082	Cauces donde corren secciones del río Colotepec, del arroyo Poza Honda y corrientes tributarias, involucra a los municipios de Temixco, Xochitepec, Puente de Ixtla y Tlatizapan, Morelos.
Planicies de origen exógeno acumulativo de aluvión del Cuaternario	Planicies aluviales	9	0 a 9	20 a 60	1635	931 a 1164	Estas unidades pertenecen a los municipios de Xochitepec, Miacatlán, Tlatizapan dentro del Edo. de Morelos. Se encuentran cerca de localidades como Xoxocotla, Alpuyeca, Xochitepec, Santa Rosa Treinta y Amador Salazar. Las poblaciones representativas que quedan dentro de sus límites son Xochicalco, Zacatepec y La Nopalera.
	Planicies onduladas	3	0 a 5	60 a 80	3736	913 a 1148	Las unidades tienen en sus límites a los poblados de Chiconcuca, Zacatepec y Jojutla, pertenecientes a los municipios de Xochitepec, Zacatepec y Jojutla, respectivamente, Morelos.

Los tipos de suelos que se distribuyen en el área de influencia de la UM 8. Planicies “Alpuyeca-Jojutla” son el feozem, vertisol y litosol, comunes en planicies aluviales, lomeríos y piedemontes.

La hidrología característica del área se asocia a las corrientes del río Apatlaco y Colotepec. Estas corrientes tienen sus orígenes en la sección Norte de la subcuenca; confluyen formando un solo cauce a la altura del balneario Apotla, dentro del municipio de Puente de Ixtla, Morelos. De este sitio hasta la desembocadura de la subcuenca en el poblado de Jojutla, Morelos, la corriente adopta formalmente el nombre Apatlaco. A la altura del Poblado de Zacatepec recibe únicamente los aportes del arroyo Poza Honda, que se forma de los arroyos El Corralillo y la Lagunilla, afluentes temporales que son formados por los escurrimientos provenientes del Cerro de Jumiltepec y Nananche, en el municipio de Xochitepec, Morelos.

De acuerdo con los datos hidrométricos y materiales de acarreo en suspensión de las estación Alpuyeca situada en la corriente del río Colotepec; la estación Temixco sobre la corriente del río Apatlaco; y de la estación Zacatepec situada en la zona de confluencia de los dos ríos. Los aportes más importantes llegan por las corrientes que dan forma al río Apatlaco con el 44%; la corriente del río Colotepec contribuye con el 27% de los aportes. El 29% de restante de los aportes de la subcuenca es por pequeñas corrientes ubicada aguas abajo de la confluencia de las corrientes principales. Hacia la desembocadura de la subcuenca del río Colotepec durante la época lluviosa el gasto medio anual es de 6 m³/s y aporte de sedimentos anual es de 180 000 m³ (IMTA, 1996). De acuerdo con la figura 24, las tendencias del gasto medio anual y volúmenes escurridos anuales, muestran que han ido ligeramente aumentando con los años, comportamiento posiblemente asociado con disturbios climáticos. Sin embargo, el aumento de la mancha urbana y la deforestación en la cabecera de la cuenca pueden estar contribuyendo.

Condición ambiental

En esta unidad mayor es donde más se manifiestan los problemas que tiene la subcuenca. De acuerdo con Aguilar (1998), en los terrenos forestales del límite sur del Corredor Biológico Chichinautzin, la aceleración del crecimiento urbano se asoció a las construcciones de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos; edificios de la Universidad Nacional Autónoma de México; al

incremento de edificios públicos como el Instituto Nacional de Salud Pública, así como de unidades habitacionales. Este crecimiento ocasionó alteraciones ambientales en la cabecera de la subcuenca y las mayores consecuencias de estas alteraciones se presentan en la desembocadura. Por ejemplo, el agua que antes se usaba para las actividades agrícolas y urbanas en el área de la desembocadura, particularmente de Alpuyecá, en años recientes ha sido retenida en las cisternas de los asentamientos humanos que han surgido como resultado de la desordenada e incontrolable urbanización al occidente de Cuernavaca y Temixco.

El problema principal que enfrenta el recurso agua dentro de la UM 8. Planicies "Alpuyecá-Jojutla" es su contaminación. El cauce del río Apatlaco, entre Zacatepec y Jojutla y hasta la unión con el río Amacuzac, se contamina principalmente por las descargas domésticas de los municipios señalados, así como por descargas industriales provenientes del Ingenio de Emiliano Zapata. Esta circunstancia limita el uso del líquido para fines potables, para la recreación o la acuacultura.

Otro cauce que también presenta problemas de contaminación por descargas domésticas es la barranca del Pollo (UAB 56 y 142), sirve como medio de transporte gran parte de las aguas residuales de los municipios de Cuernavaca y Temixco, residuos que finalmente llegan esta unidad mayor en la desembocadura de la subcuenca, donde se reúnen con descargas industriales. En el trayecto estas aguas contaminadas afectan a las localidades ribereñas de los municipios de Jiutepec, Emiliano Zapata y Zacatepec; los municipios más dañados por contaminación de aguas residuales de origen urbano son Jiutepec, Emiliano Zapata, Temixco y Puente de Ixtla. (Aguilar, 1998).

De acuerdo con el informe de la CNA publicado por Internet para celebrar el Día mundial del agua 2000, hacia el Sur de la subcuenca, los análisis de calidad del agua realizados muestran que todo el río Apatlaco está altamente contaminado (22 de Marzo, www.cna.gob.mx, 2000). Confirma que las principales fuentes de contaminación son las descargas de aguas residuales de las zonas urbanas y comunidades rurales que se realizan directamente a los ríos sin previo tratamiento; así como los plaguicidas y fertilizantes utilizados indiscriminadamente en la agricultura, que al final van a parar a los ríos y arroyos.

La escasez de recursos financieros, han impedido que se construyan sistemas de tratamiento suficientes para mejorar la calidad de las aguas, situación que se complica en el caso de los organismos operadores, dado que la sociedad civil no tiene una cultura adecuada sobre el agua y sobre el pago de los servicios de la misma. La escasez de agua se da por dos causas: una la natural, por la desigual distribución de la ocurrencia de la lluvia; y otra la que el propio desarrollo social le impone, siendo esta última la más perjudicial. La disminución de la disponibilidad del agua se ha dejado sentir en los últimos años con mayor incidencia (CNA, 2000).

Por otro lado, el crecimiento acelerado de la población y por lo tanto de la mancha urbana, ha provocado el incremento de las demandas de agua; esto obliga a que ya no se tenga la misma agua disponible ni en cantidad, ni en calidad. Por ello, existe una fuerte y creciente competencia por el uso del agua disponible, los conflictos se presentan entre los propios usuarios agrícolas, pero también entre los sectores industrial, agrícola y doméstico, es decir, todos requieren el agua y todos compiten por ella. Otras causas que agudizan el problema de la escasez son las bajas eficiencias con que se utiliza el recurso, sobretudo en la agricultura y en las ciudades: de cada diez litros que se extraen para la agricultura, sólo entre cuatro y cinco llegan al cultivo, y de cada diez litros que se extraen para el uso doméstico, solo cinco llegan a los hogares, esto significa que entre el 50 y el 60% del agua se pierde o se desperdicia (CNA, 2000).

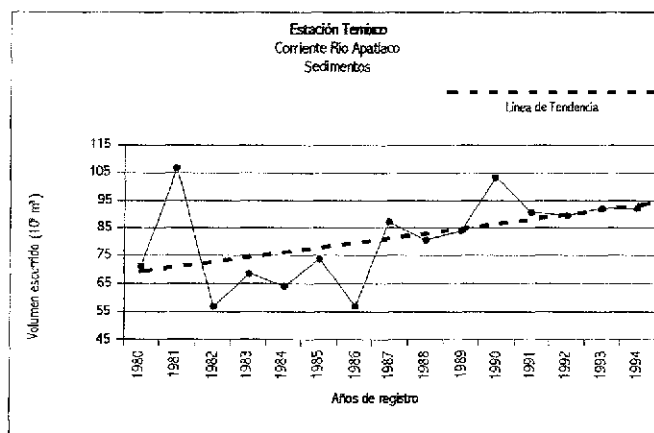
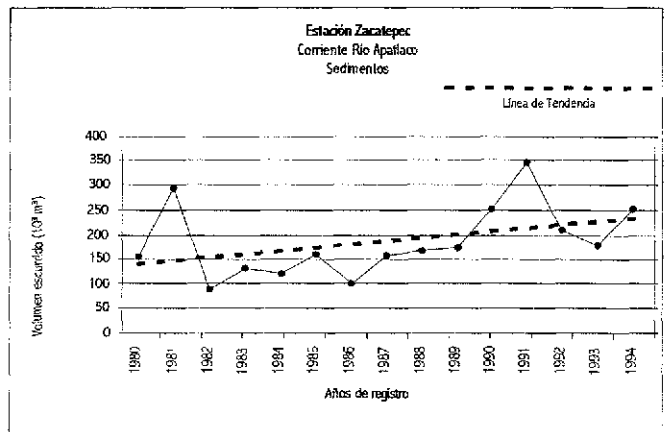
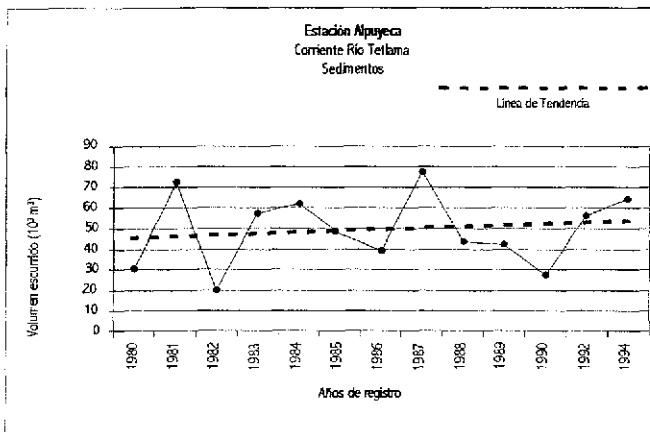
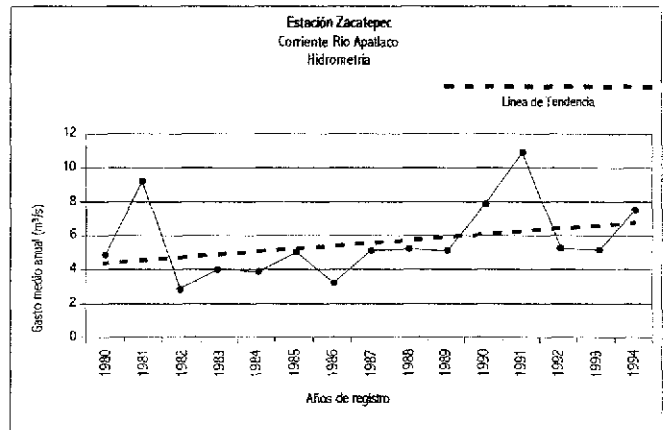
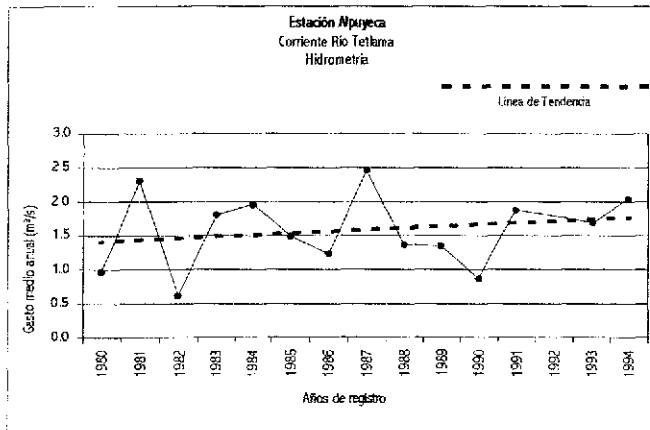
El tipo de vegetación es principalmente secundaria, con representantes de la selva baja secundaria; en el cauce del río Apatlaco se observa la presencia de bosque de galería, representado por *Taxodium mucronatum*. Al igual que en la UM 8. Planicies "Alpuyecá-Jojutla", no se establecieron sitios de muestreo; el área está extensamente urbanizada y con amplios sectores dedicados a la actividad agrícola principalmente encausada a la producción de caña de azúcar. En esta unidad mayor la mancha urbana asentada en extensas planicies aluviales, está representada por los poblados de Zacatepec y Galeana, municipio de Zacatepec, Morelos; Jojutla, municipio de mismo nombre; Xoxocotla, municipio de Puente de Ixtla; Alpuyecá, Xochitepec, Puente Morelos, municipio de Xochitepec, todas dentro del Edo. de Morelos.

Dentro de esta unidad mayor se identificaron siete tipos de uso del suelo y se obtuvieron por cada uno las coberturas en hectáreas que se incluyen en la tabla 25.

Tabla 25. Cobertura en hectáreas por uso del suelo en la UM 8. Planicies "Alpuyeca-Lojutla".

Uso del suelo	Cobertura		UAB involucradas
	Ha	%	
Agricultura	4488	42.4	8
Urbano	2256	19.5	7
Urbano, forestal (selva baja)	1312	12.4	2
Agricultura, forestal (selva baja)	1394	13.2	3
Urbano, agricultura	1130	10.7	5
	10580		25

Figura 24. Comportamiento de los datos hidrométricos y de los materiales de acarreo en suspensión de las estaciones Alpuyeca, Temixco y Zacatepec, Estado de Morelos.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Tabla No. 26. Síntesis de las unidades ambientales biofísicas de la subcuenca del Río Colotepec, Edo. de Morelos (figuras 18, 19 y 20).

UM	UA	ORIGEN	TIPO DEL RELIEVE	TEMPORALIDAD		LITOLOGÍA	SUELO	USO DEL SUELO	DESCRIPCIÓN
				Rocas	Estructuras				
				P (%)	MORFOMETRÍA				
				h	h	Área			
				24 a 40	3027	260.2			
				5 a 14	2857	61.9			
				22 a 34	3307	105.8			
				22 a 34	3276	119.4			
				22 a 37	3023	348.6			
				13 a 26	2826	8.7			
				14 a 26	3298	183			
				9 a 16	3197	10.1			
				18 a 28	3340	299.8			
				20 a 31	3332	274.7			
				22 a 36	3234	98.5			
				20 a 28	3406	173.9			
				22 a 39	2921	355.9			
				0 a 2	2891	15.8			
				12 a 28	3240	138.6			
				24 a 38	3062	134.9			
				20 a 34	3108	185.8			
				12 a 28	2735	176.4			
				9 a 22	2807	10.3			
				0 a 7	3319	48.7			
				0 a 18	3168	18.9			
				14 a 29	3109	31.7			
				2 a 7	3424	7.8			
				5 a 13	3391	49.5			
				8 a 14	3527	156.7			
				7 a 10	3557	10.3			
				5 a 11	3470	53.6			
				5 a 11	3598	385.5			
				8 a 19	3388	192.6			
				7 a 18	3418	285.4			
				14 a 28	3297	228.3			
				7 a 16	3535	14.4			
				2 a 5	3447	43.2			
				28 a 39	2934	88.2			
1	19	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Ladera de montaña baja	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternalio (Pleistoceno)	Andesitas	Andosol, Feozem, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Volcán Zempoala, localizado en Ocuilán, Edo. de México. P.N. Lagunas de Zempoala
1	20	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local intermontano	Cuaternalio	Cuaternalio	Aluvial	Andosol, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Partes bajas de la Mesa la Gloria dentro del Municipio de Ocuilán, Edo. de México. P.N. Lagunas de Zempoala
1	21	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Ladera de montaña baja	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternalio	Andesitas	Andosol, Feozem, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Volcán Zempoala, localizado en Ocuilán, Edo. de México; esta unidad está dentro del P.N. Lagunas de Zempoala
1	22	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Ladera de montaña alta	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternalio	Andesitas	Andosol, Feozem, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Laderas del Volcán Zempoala dentro del municipio de Ocuilán, Edo. de México; se dentro del P.N. Lagunas de Zempoala
1	23	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Ladera de montaña media	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternalio	Andesitas	Andosol, Feozem, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Laderas del Volcán Zempoala dentro del municipio de Ocuilán, Edo. de México; unidad que coincide con los cerros de agua del P.N. Lagunas de Zempoala
1	37	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternalio	Cuaternalio	Aluvial	Andosol, Litosol	FBC (oyamel y pino), pastizal inducido	Unidad asociada a la laguna Prieta, dentro del P.N. Lagunas de Zempoala, municipio de Ocuilán, Edo. de México
1	40	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Ladera de montaña baja	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternalio	Andesitas	Andosol, Feozem, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Volcán Zempoala, localizado en Ocuilán, Edo. de México. P.N. Lagunas de Zempoala
1	41	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Lomerío bajo	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternalio	Andesitas	Andosol, Feozem, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Partes bajas del Volcán Zempoala, Ocuilán, Edo. de México, ubicada al noroeste de P.N. Lagunas de Zempoala
1	44	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Ladera de montaña alta	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternalio	Andesitas	Andosol, Feozem, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Volcán Tlalil, localizado en Coatepec, Edo. de México
1	46	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Ladera de montaña alta	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternalio	Andesitas	Andosol, Feozem, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Volcán Tlalil, localizado en Coatepec, Edo. de México
1	47	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Ladera de montaña alta	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternalio	Andesitas	Andosol, Feozem, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Volcán Tlalil, localizado en Coatepec, Edo. de México
1	48	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Ladera de montaña alta	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternalio	Andesitas	Andosol, Feozem, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Volcán Tlalil, localizado en Coatepec, Edo. de México
1	53	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Ladera de montaña baja	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternalio	Andesitas	Andosol, Feozem, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Volcán Zempoala, localizado entre Ocuilán, Edo. de México y Huixtla, Morelos
1	54	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternalio	Cuaternalio	Aluvial	Andosol, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Unidad asociada al Volcán Tlalil cerca del Cerro de La Cadena, Xalatlaco, Edo. de México
1	82	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Ladera de montaña baja	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternalio	Andesitas	Andosol, Feozem, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Volcán Zempoala, localizado en Ocuilán, Edo. de México. P.N. Lagunas de Zempoala
1	98	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Ladera de montaña alta	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternalio	Andesitas	Andosol, Feozem, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Volcán Zempoala, localizado en Ocuilán, Edo. de México. P.N. Lagunas de Zempoala
1	99	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Ladera de montaña baja	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternalio	Andesitas	Andosol, Feozem, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Volcán Zempoala, localizado en Ocuilán, Edo. de México. P.N. Lagunas de Zempoala
1	100	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Ladera de montaña baja	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternalio	Andesitas	Andosol, Feozem, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Volcán Zempoala, localizado en Huixtla, Morelos. Contrador Biológico Chichinautzin
1	102	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternalio	Cuaternalio	Aluvial	Andosol, Litosol	FBC (oyamel y pino), pastizal inducido	Unidad asociada a la Laguna Zempoala, dentro del P.N. Lagunas de Zempoala, municipio de Ocuilán, Edo. de México
1	108	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial intermontana	Cuaternalio	Cuaternalio	Aluvial	Litosol, Feozem, Andosol	FBC (oyamel y pino)	Unidad asociada a Cerro Huilote, Volcán Chaichihuites y Volcán Tlalil, Coatepec, Edo. de México. P.N. Lagunas de Zempoala
1	109	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial intermontana	Cuaternalio	Cuaternalio	Aluvial	Andosol, Litosol	Pastizal inducido, FBC (oyamel y pino)	Unidad asociada al Volcán Chaichihuites, Coatepec, Edo. de México
1	115	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Lomerío medio	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternalio	Andesitas	Andosol, Feozem, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Volcán pequeño ubicado a 2.5 kilómetros al suroeste del Cerro La Cadena, Xalatlaco, Edo. de México
1	116	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial intermontana	Cuaternalio	Cuaternalio	Aluvial	Andosol, Feozem, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Unidad ubicada a 1.5 kilómetros al sur del Cerro La Cadena, Xalatlaco, Edo. de México
1	117	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie ondulada de aluvión	Cuaternalio	Cuaternalio	Aluvial	Andosol, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Partes bajas del Volcán Tlalil, unidad ubicada a 1.5 kilómetros al sur del Cerro La Cadena, Xalatlaco, Edo. de México
1	119	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Lomerío alto	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternalio	Andesitas	Andosol, Feozem, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Partes bajas del Volcán Tlalil, unidad ubicada a 1.5 kilómetros al sur del Cerro La Cadena, Xalatlaco, Edo. de México
1	120	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Lomerío bajo	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternalio	Andesitas	Andosol, Feozem, Litosol	Pastizal inducido, FBC (oyamel y pino)	Parte baja del Volcán Tlalil, se ubica cerca del Cerro de La Cadena, Xalatlaco, Edo. de México; presenta rocas ígneas intrusivas
1	121	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local intermontano	Cuaternalio	Cuaternalio	Aluvial	Andosol, Feozem, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Unidad cercana al Cerro de La Cadena dentro del municipio de Xalatlaco, Edo. de México; presenta rocas ígneas intrusivas
1	122	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Lomerío alto	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternalio	Andesitas	Andosol, Feozem, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Laderas del Volcán Tlalil, Edo. de México, unidad ubicada en el parterguas de la subcuenca en su sección noroeste, presenta rocas ígneas intrusivas
1	131	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Ladera de montaña baja	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternalio	Andesitas	Andosol, Feozem, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Unidad cercana al Cerro El Judio, al suroeste del Cerro La Cruz del Márquez (El Alisco), Delegación de Tlalpán, Distrito Federal
1	132	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Ladera de montaña media	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternalio	Andesitas	Andosol, Feozem, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Unidad ubicada a 3.5 kilómetros al suroeste del Cerro La Cruz del Márquez (El Alisco), Delegación de Tlalpán, Distrito Federal
1	175	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Ladera de montaña baja	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternalio	Andesitas	Andosol, Feozem, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Unidad asociada a los volcanes Huilote y Chaichihuites dentro del municipio de Coatepec, Edo. de México
1	176	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Lomerío bajo	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternalio	Andesitas	Andosol, Feozem, Litosol	Pastizal inducido, FBC (oyamel y pino)	Parte baja del Volcán Tlalil, a seis kilómetros a noroeste del poblado el Capulín, Xalatlaco, Edo. de México; presenta rocas ígneas intrusivas
1	177	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial intermontana	Cuaternalio	Cuaternalio	Aluvial	Andosol, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Unidad asociada a Cerro de la Cadena, Xalatlaco, Edo. de México; presenta rocas ígneas intrusivas
1	237	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Ladera de montaña media	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternalio	Andesitas	Andosol, Litosol	FBC (oyamel y pino)	Volcán Zempoala, localizado en Ocuilán, Edo. de México. P.N. Lagunas de Zempoala

UM	UA	ORIGEN	TIPO DEL RELIEVE	TEMPORALIDAD		MORFOMETRIA			LITOLOGIA	SUELO	USO DEL SUELO	DESCRIPCION
				Rocas	Estructuras	P(%)	h	H				
1	256	flujo lávico andesítico Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local intermontano	Plioceno) Cuaternario	Quaternario	14 a 28	280	3431	329.3	Aluvial	Fozzem, Litosol, Andosol	Zempoala Parte baja del Volcán Tlalí, Coatepec, Edo. de México; está a norte del Cerro Hulúge
1	267	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario	Cuaternario	5 a 10	60	2844	26.2	Aluvial	Fozzem, Litosol Vertisol, Litosol	Unidad asociada a la Laguna Zempoala, dentro del P.N. Lagunas de Zempoala, municipio de Ocuilán, Edo. de México
1	268	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario	Cuaternario	0 a 10	60	2891	10.2	Aluvial	Fozzem, Litosol Vertisol, Litosol	Unidad asociada a la Laguna Tonallina, dentro del P.N. Lagunas de Zempoala, municipio de Ocuilán, Edo. de México
1	282	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Lomerío medio intermontano	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternario (Pleistoceno)	6 a 11	100	3527	67	Andesitas	Fozzem, Litosol, Andosol	Unidad ubicada en la sección norte dentro del municipio de Xaltatlaco, Edo. de México; está a tres kilómetros al noroeste del Volcán Quepill
1	285	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Lomerío alto	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternario (Pleistoceno)	9 a 12	180	3569	193.5	Andesitas	Fozzem, Litosol, Andosol	Cerro Los Pichacos localizado a 3.5 al oeste del Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación de Talpán, Distrito Federal
1	286	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Lomerío medio	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternario (Pleistoceno)	8 a 14	140	3451	116.6	Andesitas	Fozzem, Litosol, Andosol	Esta unidad se ubica a un kilómetro al suroeste del Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación de Talpán, Distrito Federal
1	287	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Lomerío medio	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternario (Pleistoceno)	8 a 14	120	3513	110.7	Andesitas	Andosol, Fozzem, Litosol	Unidad ubicada a 3.5 kilómetros al suroeste del Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación de Talpán, Distrito Federal
1	290	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local	Cuaternario	Cuaternario	5 a 13	140	3433	202.8	Aluvial	Fozzem, Litosol, Andosol	Unidad asociada al Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación de Talpán, Distrito Federal
1	291	Endógeno volcánico de flujo lávico andesítico	Ladera de montaña alta	Terciario superior (Plioceno)	Cuaternario (Pleistoceno)	20 a 31	300	3654	189.1	Andesitas	Andosol, Fozzem, Litosol	Partes bajas del Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación de Talpán, Distrito Federal
1	295	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario	Cuaternario	0 a 5	20	2791	3	Aluvial	Fozzem, Litosol Andosol, Litosol	Unidad asociada a la Laguna Seza, dentro del P.N. Lagunas de Zempoala, municipio de Ocuilán, Edo. de México
2	1	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Ladera de montaña superior	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	0 a 16	100	3178	58.8	Piroclastos	Andosol, Fozzem, Litosol	Cerro de Tres Cumbres (poblado de Tres Marías), Huixtla, Morelos; estructura actual formada de dos conos sobrepuestos cubiertos por depósitos piroclásticos
2	2	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Ladera de montaña intermedia	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	7 a 12	200	2991	609.8	Basalto	Andosol, Fozzem, Litosol	Ladera intermedia del Cerro de Tres Cumbres, Corredor Biológico Chichinautzin
2	7	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío medio	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	12 a 28	140	3077	167.4	Piroclastos	Fozzem, Litosol, Andosol	Volcán Raíces y Volcán Cáete, se ubican a 3.5 kilómetros al noroeste del Cerro de Tres Cumbres, Huixtla, Morelos, dentro del Corredor Biológico Chichinautzin. Estructura integrada de cinco volcanes sobrepuestos, están compuestos de capas alternantes de 10 centímetros de espesor de laolil y ceniza, de color gris y café; cubren a las lavas vesiculares compuestas de microfocales de olivino y microfolios de andesita
2	14	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío alto	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	24 a 34	160	2892	55.9	Piroclastos	Fozzem, Litosol, Andosol	Volcán Tezontit, ubicado a tres kilómetros del poblado de Huixtla, Morelos, dentro del Corredor Biológico Chichinautzin. Derivados compuestos de basalto de olivino, las cenizas se presentan en capas de dos centímetros de espesor y varían en color de naranja a amarillo. Los derrames del Volcán Pelado cubren a las lavas y cenizas de esta estructura, a la que también lo bordean los derrames de los volcanes Los Cardos y Tres Cumbres
2	15	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local superior	Cuaternario	Cuaternario	5 a 12	60	2882	55.8	Aluvial	Andosol, Fozzem, Litosol	Unidad asociada al Volcán Tezontit, Huixtla, Morelos, Corredor Biológico Chichinautzin
2	29	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío alto	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	14 a 33	180	2943	109.1	Basalto	Andosol, Fozzem, Litosol	Unidad ubicada a 1.5 kilómetros al este de Mesa La Gloria, Coatepec, Edo. de México, P.N. Lagunas de Zempoala
2	31	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío alto	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	24 a 38	160	2926	84.5	Basalto	Andosol, Fozzem, Litosol	Unidad ubicada a 0.5 kilómetros al este de Mesa La Gloria, Ocuilán, Edo. de México, P.N. Lagunas de Zempoala
2	32	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Ladera de montaña inferior	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 9	80	2824	112	Basalto	Andosol, Fozzem, Litosol	Cerro de Tres Cumbres, Corredor Biológico Chichinautzin. Consiste de dos conos sobrepuestos aunque se observan varias crestas o cumbres desarrolladas sobre ella. Se pueden distinguir una serie de unidades de flujo individuales, no obstante, estas unidades en la parte noroccidental de la estructura volcánica están cubiertas por depósitos piroclásticos. Las lavas vesiculares de color gris son andesitas de hiperstena y augita, y se presenta en derrames de uno a tres metros de espesor
2	81	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío medio	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	11 a 45	140	3075	22.2	Piroclastos	Fozzem, Litosol, Andosol	Cono del Volcán Tixtepec, se ubica a un kilómetro al este cerca de las faldas del Cerro Peado, Delegación Talpán, Distrito Federal
2	83	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Ladera de montaña inferior	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	7 a 14	140	3180	422.3	Basalto	Andosol, Fozzem, Litosol	Ladera asociada al Volcán Cerro de La Cadena y Volcán El Muñeco
2	84	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Ladera de montaña baja	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	11 a 21	220	3461	218.7	Basalto	Andosol, Fozzem, Litosol	Volcán Cerro de La Cadena, Xaltatlaco, Edo. de México
2	85	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Ladera de montaña inferior	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	9 a 14	180	3231	411	Basalto	Andosol, Fozzem, Litosol	Partes bajas del Volcán Malacatero, Delegación Talpán, Distrito Federal
2	86	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Ladera de montaña superior	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	14 a 22	140	3340	124	Basalto	Fozzem, Litosol, Andosol	Volcán Malacatero, se ubica a tres kilómetros al sur del Ajusco en la Delegación Talpán, Distrito Federal; al oeste se observa un pequeño cono adormido. Esta compuesto de augita y hiperstena que cubre un área de 5.5 km ² ; hacia el noroeste los derrames sobreyacen a la formación Las Cruces; al poniente sobreyacen al derrame Agua Grande; hacia el norte, al derrame Zorrillo y a los derrames del Volcán Pelado hacia el sur y oriente
2	87	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío bajo	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	0 a 3	40	3263	306.4	Basalto	Andosol, Fozzem, Litosol	Unidad asociada al Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), el sitio es conocido como Llano de Yitiro, Delegación Talpán, Distrito Federal

Tabla No. 26. Síntesis de las unidades ambientales biofísicas de la subcuenca del Río Coatepec Edo. de Morelos

67

UM	UA	ORIGEN	TIPO DEL RELIEVE	TEMPORALIDAD		MORFOMETRIA		LITOLOGIA	SUELO	USO DEL SUELO	DESCRIPCION		
				Estructuras	Rocas	P(%)	h					H	Area
2	88	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie ondulada	Cuaternario	Cuaternario	5 a 16	40	3261	102.7	Aluvial	Litosol, Feozem, Andosol	FBC (pino)	Volcán Malacatero, Delegación Tlalpan, Distrito Federal
2	89	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío medio	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	14 a 22	100	3407	13.8	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	FBC (pino)	Cerro de Mezotepeque la roca es vesicular de color gris y está compuesta de una matriz microcristalina de andesita con fenocristales de olivina y augita. Corresponde a un cono céntrico, está bordeado por el Ajusco; del lado occidental lo cubren los derrames y cenizas volcánicas del Volcán Peñado y del Volcán Malinalte. En la parte septentrional existe un cono adventivo de 50 m de alto y 400 m de diámetro. Delegación Tlalpan, Distrito Federal
2	90	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local	Cuaternario	Cuaternario	5 a 10	100	3312	65.5	Aluvial	Feozem, Litosol, Vertisol	FBC (pino)	Paríes bajos del Volcán Mezotepeque, Delegación Tlalpan, Distrito Federal
2	118	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario	Cuaternario	2 a 5	40	3396	10.2	Aluvial	Feozem, Litosol	FBC (oyamele y pino)	Unidad asociada Cerro de la Cadena, Xalatlaco, Edo. de México
2	123	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío medio	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	11 a 19	120	3601	44.7	Basalto	Feozem, Litosol	FBC (oyamele y pino)	Cono volcánico ubicado a 2.5 kilómetros al noroeste del Cerro de la Cadena en el parterguas de la subcuencia, Xalatlaco, Edo. de México
2	124	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local	Cuaternario	Cuaternario	5 a 9	160	3540	32.7	Aluvial	Feozem, Litosol, Andosol	FBC (oyamele y pino)	Unidad cercana a las laderas del Volcán Tlalí en su sección norte, Xalatlaco, Edo. de México
2	125	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local	Cuaternario	Cuaternario	5 a 7	200	3485	157.2	Aluvial	Feozem, Litosol, Andosol	FBC (oyamele y pino)	Unidad cercana a las laderas del Volcán Tlalí en su sección norte y Volcán El Muñeco, en Xalatlaco, Edo. de México
2	126	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío medio	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	10 a 14	140	3617	60.5	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	FBC (oyamele y pino)	Par de conos que da forma al volcán El Muñeco, se ubica a tres kilómetros al noroeste del Cerro de la Cadena en el parterguas de la subcuencia, Xalatlaco, Edo. de México
2	127	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local	Cuaternario	Cuaternario	5 a 12	120	3311	38.4	Aluvial	Feozem, Litosol, Andosol	Pastizal inducido, matorral	Unidad constituida por pequeños domos volcánicos, asociada al Cerro El Judío y Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan, Distrito Federal
2	128	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie ondulada	Cuaternario	Cuaternario	5 a 10	60	3211	84.6	Aluvial	Feozem, Litosol	FBC (pino)	Unidad asociada al Cerro El Judío y Volcán Malacatero, Delegación Tlalpan, Distrito Federal
2	129	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial intermontana	Cuaternario	Cuaternario	5 a 6	40	3462	6.7	Aluvial	Feozem, Litosol	Pastizal inducido, agricultura	Unidad ubicada a tres kilómetros al oeste del Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan, Distrito Federal
2	130	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local	Cuaternario	Cuaternario	5 a 8	200	3336	223.1	Aluvial	Feozem, Litosol, Andosol	FBC (oyamele y pino)	Unidad ubicada a dos kilómetros al norte del Cerro Quepilli, Delegación Tlalpan, Distrito Federal
2	133	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario	Cuaternario	5 a 8	40	3234	67.8	Aluvial	Litosol, Feozem, Andosol	Pastizal inducido, matorral	Unidad asociada al Cerro Quepilli, Delegación Tlalpan, Distrito Federal
2	134	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local	Cuaternario	Cuaternario	5 a 9	60	3213	69.7	Aluvial	Litosol, Feozem, Andosol	FBC (oyamele y pino)	Unidad asociada al Cerro Quepilli y Cerro El Judío, Delegación Tlalpan, Distrito Federal
2	135	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local	Cuaternario	Cuaternario	3 a 6	80	3299	142.4	Aluvial	Feozem, Litosol, Vertisol	Pastizal inducido, matorral	Unidad asociada al Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan, Distrito Federal
2	137	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario	Cuaternario	5 a 7	60	3210	36.8	Aluvial	Litosol, Feozem, Andosol	FBC (pino)	Unidad asociada al volcán Malacatero y Cerro Palaco, Delegación Tlalpan, Distrito Federal
2	143	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local superior	Cuaternario	Cuaternario	5 a 9	100	2993	105.2	Aluvial	Feozem, Litosol, Andosol	Agricultura, pastizal inducido	Unidad asociada al volcán Huiztlac, Morelos. Corredor Biológico Chichinautzin
2	145	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local inferior	Cuaternario	Cuaternario	2 a 5	120	2942	360.9	Aluvial	Feozem, Litosol, Andosol	Pastizal inducido, agricultura	Unidad asociada al Cerro de Tres Cumbres y Volcán Tesoyco, Huiztlac, Morelos. Corredor Biológico Chichinautzin
2	178	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 8	200	3424	191.8	Basalto	Feozem, Litosol	FBC (oyamele y pino)	Unidad asociada al volcán El Muñeco, Xalatlaco, Edo. de México, presenta rocas igneas básicas
2	179	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Ladera de montaña alta	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	9 a 14	280	3453	475.9	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	FBC (oyamele y pino)	Unidad ubicada a dos kilómetros al noreste del volcán El Muñeco, Xalatlaco, Edo. de México. Presenta una fractura geológica en su área de influencia
2	180	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local	Cuaternario	Cuaternario	5 a 14	60	3016	21.6	Aluvial	Feozem, Litosol, Andosol	Pastizal inducido	Unidad asociada al Volcán Halcas, Delegación Tlalpan, Distrito Federal
2	270	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario	Cuaternario	2 a 5	20	2850	8.2	Aluvial	Feozem, Litosol, Andosol	Pastizal inducido, bosque (pino-álamo)	Se ubica a 0.5 kilómetros al este de Mesa La Gloria, en sus límites se encuentra la laguna Huayapan en Xalatlaco, Edo. de México, P.N. Lagunas de Zempoala
2	275	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío bajo	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 16	60	3001	50	Piroclastos	Feozem, Litosol, Andosol	Forestal (bosque mixto)	Cerro de Tepexahuac, unidad cercana a Volcán Halcas, Huiztlac, Morelos. Estructura volcánica sin cráter; es una andesita de piroxeno, en el extremo occidental de la estructura se localiza un cono céntrico que presenta forma de media luna
2	277	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie ondulada	Cuaternario	Cuaternario	2 a 5	40	3202	18.2	Aluvial	Litosol, Feozem, Andosol	FBC (oyamele y pino)	Unidad asociada al Cerro El Judío y ladera de montaña, Delegación Tlalpan, Distrito Federal
2	278	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío medio	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	3 a 22	100	3285	63.8	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	FBC (oyamele y pino)	Cerro El Judío, se ubica a dos kilómetros al sur del Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan, Distrito Federal; es un domo volcánico
2	283	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío alto intermontano	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	7 a 16	180	3510	30.7	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	FBC (oyamele y pino)	Unidad ubicada a tres kilómetros al suroeste del Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan, Distrito Federal; forma parte del parterguas de la subcuencia
2	284	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío medio intermontano	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	11 a 18	120	3500	36.7	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	FBC (oyamele y pino)	Esta unidad se sitúa a tres kilómetros al suroeste del Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan, Distrito Federal
2	288	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario	Cuaternario	2 a 5	40	3240	102.6	Aluvial	Litosol, Feozem, Andosol	Pastizal inducido, agricultura	Unidad asociada al Volcán Malacatero, Delegación Tlalpan, Distrito Federal
2	289	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío medio	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 14	100	3359	38.6	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	FBC (oyamele y pino)	Unidad ubicada a 1.5 kilómetros al suroeste del Cerro La Cruz del Márquez (El Ajusco), Delegación Tlalpan, Distrito Federal; en el parterguas de la subcuencia; está constituida de cuatro domos
2	303	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío medio	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	14 a 28	120	3096	92.6	Piroclastos	Feozem, Litosol, Andosol	Forestal (bosque mixto)	Volcán Tesoyco, se ubica a 1.5 kilómetros al norte del Cerro de Tres Cumbres, Huiztlac, Morelos, dentro del Corredor Biológico Chichinautzin
2	305	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Ladera de montaña baja	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	24 a 36	240	3305	155.1	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	FBC (oyamele y pino)	Cerro El Quepilli, Delegación Tlalpan, Distrito Federal; unidad compuesta de dos domos volcánicos

Tabla No. 26. Síntesis de las unidades ambientales biofísicas de la subcuencia del Río Colotepec, Edo. de Morelos

88

UM	UA	ORIGEN	TIPO DEL RELIEVE	TEMPORALIDAD		MORFOMETRÍA			LITOLOGÍA	SUELO	USO DEL SUELO	DESCRIPCIÓN
				Rocas	Estructuras	P(%)	h	H				
3	3	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local	Cuaternario	Cuaternario	5 a 7	60	3088	64.9	FBC (pino)	Unidad asociada al volcán de Guespalapa, Huiztlac, Morelos	
3	4	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío medio	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	20 a 34	120	3199	13.6	FBC (pino)	Cono del volcán de Guespalapa, Huiztlac, Morelos	
3	5	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario	Cuaternario	0 a 2	60	2968	72.7	Pastizal inducido, agricultura	Unidad asociada al volcán Tezoy y Cerro de Tres Cumbres, Huiztlac, Morelos.	
3	6	Exógeno acumulativo de aluvión	Lomerío medio	Cuaternario	Cuaternario	0 a 5	100	3013	426.9	Pastizal inducido y matorral	Corredor Biológico Chichinautzin	
3	8	Exógeno acumulativo de aluvión	Lomerío bajo	Cuaternario	Cuaternario	5 a 9	60	2982	73.5	Pastizal inducido	Unidad asociada al volcán Raíces, Delegación Tlalpan, Distrito Federal	
3	9	Exógeno acumulativo de aluvión	Lomerío bajo	Cuaternario	Cuaternario	2 a 5	60	2974	243.3	Pastizal inducido	Unidad cercana a los volcanes Cajete y Los Cardos, Huiztlac, Morelos. Corredor Biológico Chichinautzin	
3	10	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie ondulada	Cuaternario	Cuaternario	2 a 5	40	2959	119.8	Pastizal inducido	Unidad ubicada entre los volcanes Tepeyhuatlco, Tezoy y Pelado, Delegación Tlalpan, Distrito Federal	
3	11	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local inferior	Cuaternario	Cuaternario	2 a 5	120	3052	997.4	FBC (pino), pastizal inducido	Partes bajas del Volcán Pelado, Delegación Tlalpan, Distrito Federal	
3	12	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario	Cuaternario	0 a 2	40	3004	104	Pastizal inducido	Partes bajas al sur del Volcán Pelado, Delegación Tlalpan, Distrito Federal	
3	13	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío bajo	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 25	80	3053	19.2	Pastizal inducido	Paraje conocido como La Cima (cono volcánico) dentro del municipio de Huiztlac, Morelos	
3	16	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local	Cuaternario	Cuaternario	5 a 7	120	2697	353.2	Urbano	Unidad asociada al Volcán Tezonitlé, Huiztlac, Morelos. Corredor Biológico Chichinautzin	
3	17	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío alto	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	2 a 7	160	2857	1043.7	FBC (oyamel y pino)	Unidad asociada al Volcán Los Cardos, se distribuye entre los municipios de Coatepec y Ocuilán, Edo. de México, y Huiztlac, Morelos. P. N. Lagunas de Zempoala	
3	18	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Escarpe litológico de flujo lávico en ladera de montaña	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	20 a 36	240	2843	242.3	FBC (oyamel y pino)	Unidad asociada a la Mesa la Gloria, se distribuye entre los municipios de Xaltaco y Coatepec, Edo. de México y Huiztlac, Morelos. P. N. Lagunas de Zempoala	
3	24	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Piedemonte general	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	7 a 9	220	2479	491.5	Agricultura, urbano	Unidad formada por los flujos lávicos de la erupciones del volcán Chichinautzin. En sus límites se encuentra el poblado de Huiztlac, Morelos. Corredor Biológico Chichinautzin	
3	25	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Piedemonte general	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 14	180	2444	187	FBC (pino)	Unidad formada por los flujos lávicos de la erupciones del volcán Chichinautzin, Huiztlac, Morelos. Corredor Biológico Chichinautzin	
3	26	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío alto	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 9	160	2078	365	FBC (pino)	Unidad formada por flujo lávico, de igual origen que Mesa la Gloria, municipio de Cuernavaca, Morelos	
3	27	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío alto	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 16	180	2357	265.2	FBC (oyamel y pino)	Unidad formada por flujo lávico, tiene el mismo origen que Mesa la Gloria, Huiztlac, Morelos. Corredor Biológico Chichinautzin	
3	28	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Superficie cimbral de ladera de montaña	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	0 a 5	80	2979	94.5	FBC (oyamel y pino)	Unidad formada por flujo lávico, tiene el mismo origen que Mesa la Gloria, Huiztlac, Morelos. Corredor Biológico Chichinautzin	
3	30	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Escarpe litológico de flujo lávico en ladera de montaña	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	7 a 18	120	2802	29.5	FBC (pino)	Unidad asociada a un lomerío bajo cerca de Mesa La Gloria, en el municipio de Ocuilán, Edo. de México	
3	33	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local inferior	Cuaternario	Cuaternario	2 a 5	100	2845	143.2	Agricultura, pastizal inducido	Unidad asociada al Cerro de Tres Cumbres, Huiztlac, Morelos. Corredor Biológico Chichinautzin	
3	34	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie ondulada	Cuaternario	Cuaternario	0 a 3	20	2812	55	Agricultura, pastizal inducido	Unidad cercana a las partes bajas del Cerro de Tres Cumbres y Volcán Tezonitlé, Huiztlac, Morelos. Corredor Biológico Chichinautzin	
3	35	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local inferior	Cuaternario	Cuaternario	2 a 5	80	2803	276.9	Agricultura, pastizal inducido	Unidad asociada al volcán Tezonitlé. En sus límites se encuentra el poblado de Tres Marias, Huiztlac, Morelos. Corredor Biológico Chichinautzin	
3	36	Exógeno acumulativo de flujo lávico basáltico	Lomerío bajo	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 9	60	2816	79.3	Agricultura, pastizal inducido	Unidad colindante con el escarpe litológico de Mesa La Gloria en Coatepec, Edo. de México	
3	39	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío alto	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 18	160	3118	344.9	FBC (oyamel y pino)	Unidad ubicada dentro del P. N. Lagunas de Zempoala, cubre una sección de los restos del volcán Thali, está dentro del municipio de Coatepec, Edo. de México	
3	42	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío bajo	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 14	60	3009	56.3	FBC (oyamel y pino), pastizal inducido	Unidad colindante con la laguna de La Quila, Municipio de Coatepec, Edo. de México. P. N. Lagunas de Zempoala	
3	43	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario	Cuaternario	0 a 0	20	2791	10.3	FBC (oyamel y pino), pastizal inducido	Unidad asociada a la Laguna de la Quila, dentro del P. N. Lagunas de Zempoala, Municipio de Ocuilán, Edo. de México	
3	45	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario	Cuaternario	5 a 8	40	2983	38.4	FBC (oyamel y pino), pastizal inducido	Unidad asociada a la Laguna de la Quila, P. N. Lagunas de Zempoala, Municipio de Ocuilán, Edo. de México	
3	49	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Superficie cimbral de ladera de montaña	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	0 a 5	180	3013	524.4	FBC (oyamel y pino)	Mesa La Gloria formada por un flujo lávico proveniente del volcán Chichinautzin, esta formada por rocas dacitas e hiperstena y oxihornblenda, fluyó hasta el centro de Cuernavaca, formando el salto de San Antón, Ocuilán, Edo. de México, P. N. Lagunas de Zempoala	
3	51	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Ladera de montaña baja	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 9	220	2967	458.2	FBC (oyamel y pino)	Flujo lávico asociado a los volcanes Los Cardos, Huiztlac, Morelos	
3	52	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío bajo	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	0 a 5	80	3012	230.5	Pastizal inducido,	Unidad colindante con el Volcán Los Cardos, Huiztlac, Morelos. P. N. Lagunas de Zempoala	
3	91	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie ondulada	Cuaternario	Cuaternario	0 a 2	40	3007	408.3	Pastizal inducido, matorral	Unidad ubicada a tres kilómetros al noroeste del volcán Guespalapa en las partes bajas, Huiztlac, Morelos	

Tabla No. 26. Síntesis de las unidades ambientales biofísicas de la subcuenca del Río Coatepec Edo. de Morelos

69

UM	UA	ORIGEN	TIPO DEL RELIEVE	TEMPORALIDAD		MORFOMETRIA			LITOLOGIA	SUELO	USO DEL SUELO	DESCRIPCION
				Rocas	Estructuras	P(%)	h	H				
3	103	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío medio	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	3 a 9	100	3128	124.1	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	Unidad ubicada a 1.3 kilómetros al sur del volcán Chalchihuites, Coatepec, Edo. de México, P.N. Lagunas de Zempoala
3	104	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Escarpe litológico de flujo lávico en ladera de montaña	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	24 a 39	100	3082	40.1	Basalto	Feozem, Litosol	Unidad asociada al cerro de la Mesa El Tabaquillo, Coatepec, Edo. de México, P.N. Lagunas de Zempoala
3	105	Exógeno acumulativo de aluvión	Lomerío bajo	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	0 a 5	80	3126	78.8	Aluvial	Feozem, Litosol, Andosol	Unidad que sobrevive a los materiales de las laderas del volcán Tlalil, Municipio de Coatepec, Edo. de México
3	106	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Escarpe litológico de flujo lávico en ladera de montaña	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	2 a 20	100	3105	59.8	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	Unidad asociada con Mesa El Tabaquillo, Coatepec, Edo. de México, Una sección está dentro del P.N. Lagunas de Zempoala
3	107	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Superficie cimbral de ladera de montaña	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	0 a 3	160	3072	451.4	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	Mesa El Tabaquillo, formada por un flujo lávico proveniente del volcán Chalchihuites, una de sus secciones se encuentra en el P.N. Lagunas de Zempoala, Coatepec, Edo. de México
3	110	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local de intermontano	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	6 a 16	80	3123	12.9	Aluvial	Feozem, Litosol, Andosol	Unidad asociada a volcán Chalchihuites, Huiztilac, Morelos
3	111	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local de intermontano	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	10 a 23	80	3061	32.4	Aluvial	Feozem, Litosol, Andosol	Unidad asociada a volcán Chalchihuites, Huiztilac, Morelos, P.N. Lagunas de Zempoala
3	112	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	0 a 2	60	2995	251.6	Aluvial	Litosol, Feozem, Andosol	Unidad ubicada entre los volcanes Tuzipepec, Peabayo y Raíces, Delegación Talpa, Distrito Federal
3	113	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local de aluvión	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 9	100	3039	210.2	Aluvial	Andosol	En esta unidad se asienta el poblado El Capulín, Xalatlaco, Edo. de México
3	114	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	0 a 2	60	2994	598.7	Aluvial	Litosol, Feozem, Andosol	Unidad ubicada en las partes bajas al oeste del Volcán Pelado, Delegación Talpa, Distrito Federal
3	136	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío bajo	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	0 a 5	40	3264	192.3	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	Unidad ubicada a un kilómetro al sur del parque conocido como Llano de Vidrio, Delegación Talpa, Distrito Federal
3	138	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Piedemonte general	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	2 a 5	180	1588	477.1	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	Zona urbana del municipio de Cuernavaca, Morelos. La unidad presenta en sus límites a la zona militar, Fracc. Maravillas, Fracc. Los Faros y Col. San Cristóbal
3	139	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío alto	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 8	180	1649	490.7	Basalto	Vertisol, Feozem	Zona urbana del municipio de Cuernavaca, Morelos. Unidad que encierra en sus límites a la Col. Bella Vista, Fracc. Jardines de Tlaltenango, Col. Iquiplan, Pueblo de Tlaltenango, U.H. San Jerónimo, Col. Lomas de La Pradera, Fracc. Valle Obregon, U.H. Pradera
3	144	Exógeno acumulativo de aluvión	Lomerío bajo	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	2 a 5	60	2987	101.8	Aluvial	Litosol, Feozem, Andosol	Unidad ubicada al norte del Volcán Pelado. Se distribuye entre los límites de la Delegación Talpa, Distrito Federal y Huiztilac, Morelos
3	146	Exógeno acumulativo de aluvión	Lomerío bajo	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	2 a 5	60	2892	86	Aluvial	Litosol, Feozem, Andosol	Se ubica a un kilómetro de las partes bajas del Cerro de Tres Cumbres, Huiztilac, Morelos. Corredor Biológico Chichinautzin
3	147	Exógeno acumulativo de aluvión	Lomerío bajo	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	0 a 5	80	2853	123	Aluvial	Litosol, Feozem, Andosol	Unidad ubicada a 2.5 kilómetros al suroeste del Cerro de Tres Cumbres, Huiztilac, Morelos. Corredor Biológico Chichinautzin
3	148	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie ondulada	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	0 a 0	20	2846	32.4	Aluvial	Litosol, Feozem, Andosol	Unidad ubicada a 1.5 kilómetros al este de Mesa La Gloria, Ocuilán, Edo. de México, P.N. Lagunas de Zempoala
3	149	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Ladera de montaña intermedia	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 9	140	3347	352	Basalto	Andosol, Feozem, Litosol	Cono volcánico del Volcán Pelado, Delegación Talpa, Distrito Federal
3	150	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Ladera de montaña superior	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	26 a 36	100	3504	30.7	Piroclásticos	Andosol, Feozem, Litosol	Unidad asociada al Volcán Pelado, Delegación Talpa, Distrito Federal
3	151	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Piedemonte local superior	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 7	220	3195	857.2	Basalto	Andosol, Feozem, Litosol	Unidad asociada a las laderas del volcán Tlalil, dentro del municipio de Coatepec, Edo. de México. Se originó por flujo lávico basáltico de augita y piróxeno, P.N. Lagunas de Zempoala
3	152	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío alto	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 26	180	3303	166.2	Basalto	Andosol, Feozem, Litosol	Unidad asociada con Mesa El Tabaquillo, Coatepec, Edo. de México
3	153	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío medio	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 20	160	3154	142.4	Basalto	Andosol, Feozem, Litosol	Unidad asociada a Mesa El Tabaquillo, Coatepec, Edo. de México
3	154	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Escarpe litológico de flujo lávico en ladera de montaña	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	31 a 40	100	3083	7.3	Basalto	Andosol, Feozem, Litosol	Unidad asociada a la Mesa La Gloria, Ocuilán, Edo. de México, P.N. Lagunas de Zempoala
3	155	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Escarpe litológico de flujo lávico en ladera de montaña	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	0 a 20	140	2946	232.5	Basalto	Andosol, Feozem, Litosol	Unidad formada por flujo lávico. Forma parte del conjunto que involucra a Mesa La Gloria, Huiztilac, Morelos. Corredor Biológico Chichinautzin
3	156	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Ladera de montaña baja	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 20	240	2701	144.7	Basalto	Andosol, Feozem, Litosol	Unidad asociada a Mesa La Gloria, Esta a 2.5 kilómetros al noroeste del Huiztilac, entre los límites de los municipios de Ocuilán, Edo. de México y Huiztilac, Morelos
3	157	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local de aluvión	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 6	220	2813	51.8	Aluvial	Andosol	Partes bajas del Cerro Chocolló, Huiztilac, Morelos. En sus límites se encuentran las Huertas de San Pedro, Corredor Biológico Chichinautzin
3	158	Exógeno acumulativo de aluvión	Lomerío bajo	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 9	80	2224	109	Aluvial	Litosol, Feozem, Andosol	Zona urbana del municipio de Cuernavaca, Morelos. Colinas Cruz de La Misión, Balcones de Te Pucio, Lomas de Santa María
3	159	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Piedemonte general	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 8	160	2040	156.2	Basalto	Andosol, Feozem, Litosol	Unidad ubicada a dos kilómetros del poblado de Huiztilac, municipio del mismo nombre, Morelos; colinda con ladera de montaña, Corredor Biológico Chichinautzin
3	160	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Piedemonte general	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	7 a 10	420	2452	840.9	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	Unidad ubicada a dos kilómetros al suroeste de Huiztilac, municipio del mismo nombre, Morelos; se asocia a ladera de montaña, Corredor Biológico Chichinautzin
3	161	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Piedemonte general	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	7 a 10	220	2104	418.9	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	Unidad ubicada a dos kilómetros al suroeste de Huiztilac, municipio del mismo nombre, Morelos; se asocia a ladera de montaña, Corredor Biológico Chichinautzin
3	162	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Piedemonte general	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 7	60	2733	133.6	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	Unidad ubicada a dos kilómetros al suroeste de Huiztilac, municipio del mismo nombre, Morelos; se asocia a ladera de montaña, Corredor Biológico Chichinautzin

Tabla No. 26. Síntesis de las unidades ambientales biofísicas de la subcuenca del Río Coatepec Edo. de Morelos

UM	UA	ORIGEN	TIPO DEL RELIEVE	TEMPORALIDAD		MORFOMETRIA		LITOLOGIA	SUELO	USO DEL SUELO	DESCRIPCIÓN		
				Epocas	Estructuras	P(%)	n					H	Area
3	163	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Piedemonte general	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 7	200	1822	612.9	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	Urbano	Zona urbana del municipio de Cuernavaca, Morelos. Unidad que presenta en sus límites al Fraccionamiento Lomas de Cortes, Col. Ampliación Maravillas, Pueblo de Chamipa, U. A. CEE, Las Margaritas, Col. Lic. Benito Juárez, Unidad Deportiva Centenario, Col. Río Balsas, Fracc. Torres de Cuernavaca, Col. Universidad y Col. Morelos
3	164	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío alto	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 9	200	1829	332	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	Urbano	Zona urbana del municipio de Cuernavaca, Morelos, en sus límites tiene a Col. Ocotilla Alta, Santa María Ahuacatlán, Zona Militar y Col. Buena Vista.
3	181	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Ladera de montaña inferior	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 7	160	3211	878.7	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	FBC (pino)	Volcán Peleado, Delegación Talpa, Distrito Federal
3	234	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío alto	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	14 a 36	180	3480	87.4	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	FBC (oyamel y pino)	Cerro de Huilote se incrusta en las laderas del volcán Tlalil, dentro del municipio de Coatepec, Edo. de México, P. N. Lagunas de Zempoala
3	269	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial intermontana	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	2 a 5	40	3143	56.4	Aluvial	Feozem, Litosol, Andosol	Pastizal inducido	Ubicada a dos kilómetros al noroeste de las lagunas dentro del P.N. Lagunas de Zempoala
3	271	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Escarpe litológico de flujo lávico en ladera de montaña	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	20 a 36	100	2989	48	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	FBC (oyamel y pino)	Mesa El Tabaquillo, Coatepec, Edo. de México; colada de lava tomada por un flujo proveniente del volcán Chichihuitles, dentro del P.N. Lagunas de Zempoala
3	272	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío medio	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	0 a 20	140	3092	82	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	Urbano	Unidad asociada al Volcán Tezonitl, Huiztlac, Morelos. Corredor Biológico Chichihuitl
3	273	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	2 a 3	20	2811	63.6	Aluvial	Litosol, Feozem, Andosol	FBC (oyamel y pino)	Unidad que tiene su origen de los flujos de lava del volcán Los Cardos. Huiztlac, Morelos. Corredor Biológico Chichihuitl
3	274	Exógeno acumulativo de aluvión	Lomerío bajo	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 9	80	2949	81	Aluvial	Litosol, Feozem, Andosol	Agricultura	Unidad que tiene su origen de los flujos de lava del volcán Los Cardos. Huiztlac, Morelos. Corredor Biológico Chichihuitl
3	276	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío alto	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	17 a 28	180	3229	165.3	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	FBC (oyamel y pino)	Volcán Chichihuitles, como volcánico que sobrevive a los materiales de las laderas del volcán Tlalil. Municipio de Coatepec, Edo. de México, P. N. Lagunas de Zempoala
3	304	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío medio	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	14 a 28	120	3094	76	Piroclastos	Feozem, Litosol, Andosol	Urbano	Volcán Los Cardos, Huiztlac, Morelos. P. N. Lagunas de Zempoala; su estructura es el resultado de la superposición de cuatro conos volcánicos
4	50	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie ondulada	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	2 a 12	80	2424	78.2	Aluvial	Feozem, Litosol, Andosol	FBC (oyamel y pino)	Unidad ubicada al suroeste dentro del municipio de Huiztlac, Morelos. Corredor Biológico Chichihuitl
4	55	Endógeno volcánico de flujos piroclásticos	Superficies cumbreales entre barrancos adyacentes	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	2 a 5	120	1311	273.9	Piroclastos y pómez	Feozem, Litosol, Andosol	Urbano	Unidad que tiene en sus límites al Poblado de Pueblo Viejo, Temixco, Morelos
4	56	Exógeno denudatorio	Planicie aluvial y paredes de barranco	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	2 a 9	220	1444	333.6	Aluvial	Feozem, Litosol, Andosol	Urbano	Barranca dentro del Glacis de Buenavista, corre entre los municipios de Cuernavaca y Temixco, Morelos
4	57	Endógeno volcánico de flujos piroclásticos	Superficies cumbreales entre barrancos adyacentes	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	2 a 5	100	1252	1231.2	Piroclastos y pómez	Feozem, Litosol, Andosol	Urbano	Esta unidad tiene en sus límites al aeropuerto de la Ciudad de Cuernavaca, Morelos, dentro del glacis de Buenavista
4	58	Endógeno volcánico de flujos piroclásticos	Lomerío bajo	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	2 a 6	80	1135	187.5	Piroclastos y pómez	Feozem, Litosol, Andosol	Urbano, agricultura	Unidad adyunta al Cerro de las Flores en el Glacis de Buenavista, Xochitlapepec, Morelos
4	60	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	0 a 3	20	1117	159.4	Aluvial	Feozem, Litosol, Andosol	Agricultura	Unidad ubicada al sur dentro del municipio de Temixco, Morelos
4	61	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	0 a 2	20	1091	15.5	Aluvial	Feozem, Litosol, Andosol	Forestal (selva baja, bosque de galería)	Unidad que se asocia con un piedemonte y comercio medio, área de influencia del Cerro de Coatepec, Xochitlapepec, Morelos
4	63	Exógeno denudatorio	Planicie aluvial y paredes de barranco	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	0 a 7	140	1082	553.8	Aluvial	Feozem y basalto	Forestal (selva baja)	Sección del río Coatepec, involucra a los municipios de Xochitlapepec y Puente de Ixtla, Morelos
4	94	Endógeno volcánico de flujos piroclásticos	Superficies cumbreales entre barrancos adyacentes	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	2 a 5	120	1323	719.5	Piroclastos y pómez	Feozem, Litosol, Andosol	Urbano, agricultura	Unidad que tiene entre sus límites al poblado de Teitama, Temixco, Morelos. Glacis de Buenavista
4	95	Endógeno volcánico de flujos piroclásticos	Ladera de montaña baja	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	14 a 33	240	2389	257.7	Piroclastos y pómez	Feozem, Litosol, Andosol, Feozem y Litosol	FBC (oyamel y pino)	Unidad ubicada a cuatro kilómetros al oeste de la localidad de Santa María, municipio de Cuernavaca, Morelos. Sección norte del Glacis de Buenavista. Flujo piroclástico asociado a volcanes
4	96	Endógeno volcánico de flujos piroclásticos	Ladera de montaña baja	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	14 a 26	240	2514	59.7	Piroclastos y pómez	Feozem, Litosol, Andosol	FBC (oyamel y pino)	Unidad ubicada a 5.5 kilómetros al noroeste de la localidad de Santa María, municipio de Cuernavaca, Morelos. Flujo piroclástico asociado a volcanes. Sección norte del Glacis de Buenavista
4	97	Endógeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general superior	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 11	320	2167	1090.9	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Verisil	FBC (pino)	Unidad ubicada al norte dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos
4	101	Endógeno volcánico de flujos piroclásticos	Ladera de montaña baja	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	11 a 28	200	2529	164.9	Piroclastos y pómez	Feozem, Litosol, Andosol	FBC (oyamel y pino)	Unidad ubicada a tres kilómetros al suroeste del poblado de Huiztlac, Morelos. Flujo piroclástico asociado a volcanes. Sección norte del Glacis de Buenavista. Corredor Biológico Chichihuitl
4	140	Endógeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general inferior	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	2 a 5	100	1435	114.7	Piroclastos y pómez	Feozem, Litosol, Andosol	Urbano	Unidad ocupada por las Col. Chichihuitl, Col. del Lago, Col. Lomas del Águila, dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos. Sección este del Glacis de Buenavista
4	141	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	2 a 5	40	1243	37	Aluvial	Litosol, Feozem, Andosol	Urbano	Zona urbana del municipio de Temixco, Morelos. Glacis de Buenavista
4	142	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	0 a 2	40	1219	505.7	Aluvial	Feozem, Verisil, Litosol	Urbano, agricultura	Unidad ubicada al sur dentro del municipio de Temixco, Morelos. Tiene entre sus límites a la zona urbana de Temixco y Acatlilla
4	166	Endógeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general superior	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 7	220	1931	1044.8	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Verisil	Pastizal inducido	Unidad ubicada al norte dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos; al interior se encuentran los poblados de Buenavista del Monte, El Cebada, Ixtampa y Ahuatlenco
4	167	Endógeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general intermedio	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 7	120	1717	501.2	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Verisil	Pastizal inducido	Unidad ubicada al este dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos
4	168	Endógeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general intermedio	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 7	160	1681	569.2	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Verisil	Pastizal inducido	Unidad ubicada al este dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos
4	169	Endógeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general intermedio	Cuaternario (Holoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 7	180	1655	280.9	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Verisil	Pastizal inducido	Unidad ubicada al sur dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos

Tabla No. 26. Síntesis de las unidades ambientales biofísicas de la subcuenca del Río Coatepec Edo. de Morelos

UM	UA	ORIGEN	TIPO DEL RELIEVE	TEMPORALIDAD		MORFOMETRIA			LITOLOGIA	SUELO	USO DEL SUELO	DESCRIPCION
				Estructuras	Rocas	P(%)	h	H				
4	170	Endogeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general intermedio	Cuaternario		0 a 8	80	1766	13.8	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Vertisol	Unidad ubicada a dos kilómetros al suroeste del poblado de Buenavista del Monte, dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos
4	171	Endogeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general intermedio	Cuaternario		5 a 9	80	1785	20	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Vertisol	Unidad ubicada a dos kilómetros al suroeste del poblado de Buenavista del Monte, dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos
4	172	Endogeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general intermedio	Cuaternario		5 a 7	220	1668	478.7	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Vertisol	Unidad ubicada al sur dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos. En sus límites se encuentra el poblado de La Lagunita
4	173	Endogeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general intermedio	Cuaternario		5 a 8	180	1653	168.9	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Vertisol	Unidad ubicada al sur dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos
4	174	Endogeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general intermedio	Cuaternario		5 a 8	240	1674	259	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Vertisol	Unidad ubicada al sur dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos: en sus límites están las colinas de Alta Vista, Lomas de Atlixco y Del Bosque
4	186	Exógeno denudatorio	Planicie aluvial y paredes de barranco	Cuaternario		0 a 7	80	1201	136.3	Aluvial	Feozem y Litosol	Unidad ubicada al sur dentro del municipio de Temixco, Morelos
4	188	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario		0 a 2	20	1191	18.5	Aluvial	Acrisol, Feozem, Vertisol	Unidad ubicada al sur dentro del municipio de Temixco, Morelos: es parte del desbordamiento que tuvo el Glació de Buenavista sobre la formación Xochitlaco
4	195	Exógeno denudatorio	Planicie aluvial y paredes de barranco	Cuaternario		0 a 7	300	1492	970.9	Piroclastos y pómez	Feozem y Litosol	Arroyo Colohada dentro del Glació de Buenavista, corre entre los municipios de Cuernavaca y Temixco, Morelos
4	212	Endogeno volcánico de flujos piroclásticos	Lomerío bajo	Cuaternario		0 a 2	40	1455	26.2	Piroclastos y pómez	Feozem, Andosol, Litosol	Col. Saratón del municipio de Cuernavaca, Morelos. Sección este del Glació de Buenavista
4	214	Endogeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general inferior	Cuaternario		2 a 5	120	1444	280.6	Piroclastos y pómez	Feozem, Vertisol, Litosol	Unidad que tiene en sus límites a Fracc. Los Tabaceros, Fracc. Cantarranas, Fracc. Rincón de Acapancingo, U.H. Foviste Las Aguilas, Col. Cantarranas, Condominio Chapultepec, U.H. Foviste Cantarranas, dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos. Sección este del Glació de Buenavista
4	218	Endogeno volcánico de flujos piroclásticos	Superficies cumbrales entre barrancos adyacentes	Cuaternario		2 a 5	120	1326	337.8	Piroclastos y pómez	Feozem, Vertisol, Litosol	Unidad que tiene en sus límites a la colonia Alta Palmira y zona urbana de Temixco, Morelos. Glació de Buenavista
4	225	Exógeno denudatorio	Planicie aluvial y paredes de barranco	Cuaternario		2 a 14	140	1243	424.6	Aluvial	Feozem y Litosol	Unidad ubicada al oeste dentro del municipio de Temixco, Morelos. Esta cerca del poblado de Tetlama
4	226	Exógeno denudatorio	Planicie aluvial y paredes de barranco	Cuaternario		0 a 5	80	1141	79.4	Aluvial	Feozem y Litosol	Unidad ubicada al oeste dentro del municipio de Temixco, Morelos. Esta cerca del poblado de Tetlama
4	227	Endogeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general intermedio	Cuaternario		5 a 9	220	1771	374.4	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Vertisol	Unidad ubicada al oeste dentro del municipio de Temixco, Morelos. Esta cerca del poblado de Tetlama
4	228	Endogeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general inferior	Cuaternario		2 a 5	160	1436	338.8	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Vertisol	Zona urbana de la Ciudad de Cuernavaca, Morelos. Glació de Buenavista
4	229	Endogeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general inferior	Cuaternario		2 a 5	120	1446	155.4	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Vertisol	Unidad ubicada al norte dentro del municipio de Temixco, Morelos
4	230	Endogeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general inferior	Cuaternario		0 a 5	60	1510	47.2	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Vertisol	Unidad ubicada al sur dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos
4	231	Endogeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general inferior	Cuaternario		2 a 5	180	1429	363.3	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Vertisol	Unidad ubicada al norte dentro del municipio de Temixco, Morelos
4	232	Endogeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general intermedio	Cuaternario		2 a 7	220	1653	205.3	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Vertisol	Unidad ubicada al sur dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos
4	233	Endogeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general inferior	Cuaternario		2 a 5	120	1458	221.6	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Vertisol	Unidad ubicada al norte dentro del municipio de Temixco, Morelos
4	234	Endogeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general inferior	Cuaternario		2 a 7	80	1533	78.6	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Vertisol	Unidad ubicada al sur dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos
4	235	Endogeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general inferior	Cuaternario		2 a 5	160	1478	444.3	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Vertisol	Unidad ubicada al sur dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos
4	236	Endogeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general intermedio	Cuaternario		5 a 8	140	1717	173.5	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Vertisol	Unidad ubicada al suroeste dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos
4	238	Endogeno volcánico de flujos piroclásticos	Lomerío alto	Cuaternario		5 a 20	180	2139	291.3	Piroclastos y pómez	Feozem, Casafozem, Litosol	Unidad ubicada a tres kilómetros al oeste de la zona urbana del municipio de Cuernavaca, Morelos. Sección norte del Glació de Buenavista. Flujo piroclástico asociado a volcanes
4	239	Exógeno denudatorio	Planicie aluvial y paredes de barranco	Cuaternario		0 a 14	300	1519	2174.3	Aluvial	Feozem y Litosol	Arroyos El Sabino y Los Sabinos, Glació de Buenavista. Municipio de Cuernavaca. A la altura del poblado de Cuernavaca, sobre el cauce del barranco existe evidencia de una colada de lava que toma un salto basáltico parecido al de San Andrés
4	240	Endogeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general inferior	Cuaternario		2 a 5	120	1446	421.5	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Vertisol	Unidad ubicada al norte dentro del municipio de Temixco, Morelos. En sus límites se encuentra el poblado de Lomas del Carril
4	249	Endogeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general inferior	Cuaternario		5 a 6	80	1487	108.6	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Vertisol	Unidad ubicada al norte dentro del municipio de Temixco, Morelos
4	250	Endogeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general inferior	Cuaternario		2 a 5	80	1480	60.6	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Vertisol	Unidad ubicada al sur dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos. Se encuentra cerca del Salto de San Andrés
4	251	Endogeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general inferior	Cuaternario		2 a 7	200	1496	489	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Vertisol	Unidad ubicada al sur dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos
4	252	Endogeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general intermedio	Cuaternario		5 a 9	40	1765	9.8	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Vertisol	Unidad ubicada al suroeste dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos
4	253	Endogeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general inferior	Cuaternario		2 a 5	180	1424	671.5	Piroclastos y pómez	Feozem, Vertisol, Litosol	Sección sur del municipio de Cuernavaca y norte del municipio de Temixco, Morelos. Tiene en sus límites a Col. Edo. de Quintana Roo, Mira No. 3, Col. Los Pares; Col. Chijilán; Col. Lázaro Cárdenas; Minas de arena; Fracc. Las Colmenas; Jardines de Palmira; Fracc. Colinas; Fracc. La Arbolada; Fracc. Rincón de Cuernavaca; Fracc. Las Garzas

Tabla No. 26. Síntesis de las unidades ambientales biofísicas de la subcuenca del Río Colotepec. Edo. de Morelos

UM	UA	ORIGEN	TIPO DEL RELIEVE	TEMPORALIDAD		MORFOMETRIA			LITOLOGIA	SUELO	USO DEL SUELO	DESCRIPCION
				Rocas	Estructuras	P(%)	h	H				
4	255	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial intermontana	Cuaternario	Cuaternario	5 a 10	120	3072	44.7	Aluvial	Feozem y Litosol	Unidad ubicada al sur dentro del municipio de Huiztilac, Morelos. Corredor Biológico Chichibautzin
4	257	Endógeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general inferior	Cuaternario	Cuaternario	3 a 5	120	1568	107.8	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Verisol	Unidad ubicada al sur dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos. Se encuentra a los kilómetros al norte de Cuernavaca
4	258	Endógeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general inferior	Cuaternario	Cuaternario	2 a 5	80	1545	63.1	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Verisol	Unidad ubicada al sur dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos
4	259	Endógeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general inferior	Cuaternario	Cuaternario	5 a 7	40	1538	4	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Verisol	Unidad ubicada al norte dentro del municipio de Temixco, Morelos
4	260	Endógeno volcánico de flujos piroclásticos	Superficies cumbreales entre barrancos adyacentes	Cuaternario	Cuaternario	6 a 9	20	1331	1.3	Piroclastos y pómez	Feozem, Litosol, Verisol	Unidad ubicada al centro del Municipio de Temixco, Morelos. Glacia de Buenavista
4	261	Endógeno volcánico de flujos piroclásticos	Superficies cumbreales entre barrancos adyacentes	Cuaternario	Cuaternario	0 a 3	60	1310	128.8	Piroclastos y pómez	Feozem, Litosol, Verisol	Unidad ubicada al centro del Municipio de Temixco, Morelos. Glacia de Buenavista
4	265	Exógeno denudatorio	Planicie aluvial y paredes de barranco	Cuaternario	Cuaternario	0 a 14	280	1515	664.9	Aluvial	Feozem y Litosol	Arroyo El Plango dentro del Glacia de Buenavista, corre entre los municipios de Cuernavaca y Temixco, Morelos
4	266	Exógeno denudatorio	Planicie aluvial y paredes de barranco	Cuaternario	Cuaternario	2 a 18	860	2009	830.8	Aluvial	Feozem y Litosol	Barranca Chichibautzin y Barranca de Atzingo, Glacia de Buenavista, corre entre los municipios de Cuernavaca y Temixco, Morelos
4	280	Endógeno volcánico de flujos piroclásticos	Superficies cumbreales entre barrancos adyacentes	Cuaternario	Cuaternario	0 a 2	80	1293	76.7	Piroclastos y pómez	Feozem, Verisol, Litosol	Unidad que tiene entre sus límites al poblado de Villa de las Flores del Municipio de Temixco, Morelos. Glacia de Buenavista
4	281	Exógeno denudatorio	Planicie aluvial y paredes de barranco	Cuaternario	Cuaternario	0 a 5	120	1398	304.8	Aluvial	Feozem, Litosol, Verisol	Barranca de Chapultepec, cruza a la Ciudad de Cuernavaca en la sección sureste del municipio. Morelos
4	299	Endógeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general inferior	Cuaternario	Cuaternario	5 a 7	80	1569	15.2	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Verisol	Unidad ubicada al sur dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos
4	300	Endógeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general inferior	Cuaternario	Cuaternario	0 a 16	60	1589	4.6	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Verisol	Unidad ubicada al sur dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos
4	301	Endógeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general inferior	Cuaternario	Cuaternario	5 a 7	40	1625	1.9	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Verisol	Unidad ubicada al sur dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos
4	302	Endógeno volcánico de flujos piroclásticos	Piedemonte general intermedio	Cuaternario	Cuaternario	9 a 14	40	1772	1.2	Piroclastos y pómez	Acrisol, Feozem, Verisol	Unidad ubicada al suroeste dentro del municipio de Cuernavaca, Morelos
5	66	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local medio	Cuaternario	Cuaternario	2 a 5	80	1112	659.9	Aluvial	Feozem, Litosol, Verisol	Unidad asociada con los Cerros de Jumiitepec y Cerro de Naranche en Xochitpec, Morelos. Hacia el Oeste presenta algunos materiales calizos y aluviales
5	67	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío bajo	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	14 a 22	80	1196	48.4	Piroclastos	Feozem, Litosol, Andosol	Cerro Naranche en Atlacholaya, Xochitpec, Morelos
5	68	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío bajo	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	2 a 16	40	1139	8.3	Piroclastos	Feozem, Litosol, Andosol	Unidad adyunta al Cerro Naranche en Atlacholaya, Xochitpec, Morelos
5	74	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local inferior	Cuaternario	Cuaternario	2 a 9	80	1082	286.4	Aluvial	Feozem, Litosol, Verisol	Unidad asociada al Cerro Naranche en Xochitpec, Morelos. Presenta unas secciones de roca caliza que subyace a materiales aluviales, piroclásticos y basálticos
5	165	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío medio	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	0 a 5	100	1637	119.9	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	Lomas de Cortes, Hotel Marjaya, Fracc. Vista Hermosa. Cuernavaca, Morelos
5	182	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío bajo	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 10	60	1216	141.7	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	Loma volcánico ubicado a 2 kilómetros al norte del poblado de Tejalama, subyace a materiales del Glacia de Buenavista. Límites de Temixco y Cuernavaca, Morelos
5	194	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío bajo	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	0 a 2	60	1205	446	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	Unidad ubicada al este del Cerro de las Flores, tiene en sus límites al poblado de Mérida, Temixco, Morelos
5	196	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío medio	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	9 a 22	100	1229	172.1	Piroclastos	Feozem, Litosol, Andosol	Cerro de Jumiitepec al Oeste del poblado de Atlacholaya, Xochitpec, Morelos
5	197	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Superficie cumbreal de lomerío	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 12	60	990	284.1	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	Partes bajas del cerro de Jumiitepec, en Atlacholaya, Xochitpec, Morelos
5	198	Exógeno acumulativo de aluvión	Lomerío bajo	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 11	60	967	337.9	Basalto	Feozem, Casafozem, Litosol	Esta unidad tuvo su origen por los derrames basálticos del cerro de Jumiitepec. Se ubica entre los municipios de Atlacholaya y Tenexco de Mia, Morelos
5	204	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío bajo	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	0 a 2	80	1003	281.7	Basalto	Feozem, Verisol, Litosol	Unidad que tiene entre sus límites al poblado de Amador Salazar y Santa Rosa Tenexco en el Municipio de Atlacholaya, Morelos. Los materiales aluviales cubren una promontoria a 2.5 kilómetros al este del Cerro de Jumiitepec, en el basalto del cuaternario
5	205	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario	Cuaternario	0 a 2	40	1043	8.6	Aluvial	Litosol, Feozem, Andosol	Unidad ubicada a 2.5 kilómetros al este del Cerro de Jumiitepec, en el paraje de la subcuenca dentro del municipio de Atlacholaya, Morelos
5	206	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local de aluvión	Cuaternario	Cuaternario	2 a 5	60	1167	149.8	Aluvial	Feozem, Litosol, Verisol	Unidad asociada a un pequeño volcán ubicado cerca del poblado de Tezoyuca, Emiliano Zapata, Morelos
5	207	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío bajo	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	7 a 14	60	1228	15.6	Piroclastos	Feozem, Casafozem, Litosol	Unidad que corresponde a un pequeño volcán ubicado cerca del poblado de Tezoyuca, Emiliano Zapata, Morelos
5	208	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local inferior	Cuaternario	Cuaternario	5 a 6	80	1280	118.9	Aluvial	Feozem, Litosol, Andosol	Unidad asociada a las partitas bajas del Cerro de Tres de Mayo, Emiliano Zapata, Morelos
5	209	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío bajo	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	0 a 5	40	1408	63.6	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	Zona urbana del oriente del municipio de Jumiitepec, Morelos
5	210	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario	Cuaternario	0 a 3	40	1380	102.8	Aluvial	Litosol, Feozem, Andosol	Unidad asociada al Cerro de Tres de Mayo, Jumiitepec, Morelos

Tabla No. 26. Síntesis de las unidades ambientales biofísicas de la subcuenca del Río Colotepec Edo. de Morelos

UM	UA	ORIGEN	TIPO DEL RELIEVE	TEMPORALIDAD		MORFOMETRIA		LITOLOGIA	SUELO	USO DEL SUELO	DESCRIPCIÓN	
				Rocas	Estructuras	P(%)	h					H
5	211	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío medio	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	3 a 5	140	1542	500.2	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	Unidad formada por flujo lávico. Unidad Tranquilidad, Fracc. Rincón de Valle, Fracc. Jardines de Reforma, Fracc. Reforma, Fracc. Lomas del Mirador, U.H. Omeycan, Fracc. Cuauhnahuac, Col. Satélite, Col. Amp. Chapultepec, Col. E. Zapala, Cuernavaca, Morelos
5	213	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío bajo	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	0 a 2	60	944	1069.7	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	Unidad que tiene sus linderos a la zona urbana de Temixco y Tlalixapán, Morelos. Está ubicada en el paraje de la subcuenca
5	215	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local	Cuaternario	Cuaternario	3 a 5	40	1367	39.6	Aluvial	Feozem, Litosol, Andosol	Unidad asociada al Cerro de Tres de Mayo, Emiliano Zapala, Morelos
5	216	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Lomerío medio	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	2 a 5	100	1387	202.4	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	Cerro de Tres de Mayo. Todo el conjunto corresponde a un volcán inactivo. Emiliano Zapala, Morelos
5	217	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local superior	Cuaternario	Cuaternario	5 a 7	80	1342	175.1	Aluvial	Feozem, Litosol, Andosol	Unidad asociada al Cerro de Tres de Mayo, Emiliano Zapala, Morelos
5	245	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local superior	Cuaternario	Cuaternario	5 a 6	100	1130	76.2	Aluvial	Feozem, litosol, Andosol	Unidad asociada al Cerro de Lumitepec, Xochitpec, Morelos
5	246	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario	Cuaternario	0 a 3	40	1044	149.3	Aluvial	Litosol, Feozem, Andosol	Unidad asociada al conjunto de unidades que forman el Cerro Nananche, se ubica a dos kilómetros al Sur de este cerro
5	248	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Superficie cumbre de lomerío	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 7	120	1076	306.8	Basalto	Feozem, Litosol, Andosol	Unidad asociada al Cerro de Lumitepec, en Alacholaya, Xochitpec, Morelos
5	292	Endógeno volcánico de flujo lávico basáltico	Superficie cumbre de lomerío	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	2 a 5	60	1066	151	Basalto	Feozem, Vertisol, Litosol	Partes bajas del Cerro Lumitepec, en Alacholaya, Xochitpec, Morelos
5	293	Exógeno acumulativo de aluvión	Lomerío bajo	Cuaternario (Pleistoceno)	Cuaternario (Holoceno)	5 a 10	60	1018	43.8	Basalto	Feozem, Vertisol, Litosol	Unidad ubicada a 3 kilómetros al sureste del Cerro Lumitepec, Alacholaya, Xochitpec, Morelos
5	294	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie ondulada	Cuaternario	Cuaternario	0 a 2	80	1122	443	Aluvial	Feozem, Litosol, Andosol	Unidad que tiene en sus linderos al Poblado de Chiconcuac, se distribuye entre los municipios de Xochitpec y Emiliano Zapala, Morelos
6	183	Endógeno volcánico de flujos ríolíticos	Lomerío bajo	Terciario medio superior (Oligoceno)	Cuaternario	5 a 11	80	1169	71.2	Riolita	Feozem, Litosol, Andosol	Unidad asociada al Cerro de Acatilpa, Municipio de Temixco, Morelos
6	184	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie ondulada	Cuaternario	Cuaternario	2 a 5	40	1146	65.9	Aluvial	Litosol, Feozem, Andosol	Unidad asociada al Cerro de Acatilpa, Municipio de Temixco, Morelos
6	185	Endógeno volcánico de flujos ríolíticos	Lomerío bajo	Terciario medio superior (Oligoceno)	Cuaternario	5 a 11	60	1131	73.1	Riolita	Feozem, Castafozem, Litosol	Esta unidad tiene entre sus linderos al poblado de Real del Puente, Xochitpec, Morelos
6	298	Endógeno volcánico de flujos ríolíticos	Lomerío medio	Terciario medio superior (Oligoceno)	Cuaternario	11 a 22	140	1233	126.4	Riolita	Feozem, Castafozem, Litosol	Cerro de Acatilpa, Municipio de Temixco, Morelos En sus linderos se encuentra el poblado de Acatilpa
7	59	Endógeno estructural (plegado)	Lomerío medio	Cretácico inferior	Eoceno inferior	5 a 16	100	1138	94.3	Calizas	Feozem, Vertisol, Litosol	Cerro Las Flores, se ubica al norte dentro del municipio de Xochitpec, Morelos
7	62	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local	Cuaternario	Cuaternario	7 a 11	60	1115	47.5	Aluvial	Feozem, Vertisol, Litosol	Unidad que se asocia con el Cerro de Colobtepec en Xochitpec, Morelos
7	64	Endógeno estructural (plegado)	Lomerío bajo	Cretácico inferior	Eoceno inferior	13 a 24	80	1228	81.8	Calizas	Rendzina, Litosol	Unidad ubicada a dos kilómetros al oeste del Cerro del Jumlil, Municipio de Macatlán, Morelos
7	73	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local	Cuaternario	Cuaternario	5 a 9	60	978	38.7	Aluvial	Feozem, Vertisol	Se asocia con un cerro situado al oeste del poblado de Galeana, Zacatepec, Morelos
7	75	Endógeno estructural (plegado)	Lomerío alto	Cretácico inferior	Eoceno inferior	0 a 5	160	1057	259.5	Calizas	Rendzina, Litosol	Cerro ubicado a 1.5 kilómetros al oeste del poblado de Galeana, Zacatepec, Morelos
7	77	Endógeno estructural (plegado)	Lomerío medio	Cretácico inferior	Eoceno inferior	9 a 18	140	1153	186.5	Calizas	Rendzina, Litosol	Unidad asociada al Cerro de Colobtepec en Xochitpec, Morelos
7	78	Endógeno estructural (plegado)	Lomerío medio	Cretácico inferior	Eoceno inferior	2 a 10	100	1129	234.2	Calizas	Rendzina, Litosol	Piso interior del Cerro de Colobtepec en Xochitpec, Morelos
7	79	Endógeno estructural (plegado)	Lomerío alto	Cretácico inferior	Eoceno inferior	14 a 28	180	1248	628.4	Calizas	Rendzina, Litosol	Cerro del Jumlil. Se localiza al sureste de la zona arqueológica y al noreste del cerro de Colobtepec, Morelos. La unidad presenta un pequeño cuerpo de granito ríolítico intrusivo al cerro y la formación Xochitcaco en su conjunto
7	92	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local	Cuaternario	Cuaternario	6 a 8	60	1067	33.7	Aluvial	Feozem, Rendzina, Litosol	Unidad asociada a las partes bajas del Cerro de Colobtepec, en Xochitpec, Morelos
7	93	Endógeno estructural (plegado)	Lomerío medio	Cretácico inferior	Eoceno inferior	9 a 16	140	1258	155.3	Calizas	Rendzina, Litosol	Unidad asociada al Cerro de Colobtepec, cerro de ruinas de Xochitcaco, Municipio de Macatlán, Morelos
7	187	Endógeno estructural (plegado)	Lomerío medio	Cretácico inferior	Eoceno inferior	14 a 24	100	1207	39.5	Calizas	Rendzina, Litosol	Unidad asociada al Cerro de Colobtepec, Municipio de Macatlán, Morelos
7	199	Endógeno estructural (plegado)	Lomerío medio	Cretácico inferior	Eoceno inferior	9 a 22	140	1013	196.2	Calizas	Rendzina, Litosol	Cerro de la Torugata, en su piedemonte se asienta el poblado de Tetelpa. Está entre los municipios de Zacatepec y Puente de Ila, Morelos
7	200	Endógeno estructural (plegado)	Lomerío bajo	Cretácico inferior	Eoceno inferior	5 a 9	60	976	109	Calizas	Rendzina, Litosol	Partes bajas del cerro de la Torugata, Zacatepec, Morelos. Presenta algunos materiales de lutitas, areniscas y aluvión
7	219	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local	Cuaternario	Cuaternario	2 a 5	60	943	123.9	Aluvial	Feozem, Castafozem, Litosol	Unidad que tiene en sus linderos al poblado de Galeana, Zacatepec, Morelos
7	223	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local	Cuaternario	Cuaternario	2 a 6	100	1074	178.6	Aluvial	Feozem, Rendzina, Litosol	Parte baja del Cerro de La Corona, se ubica entre los municipios de Xochitpec y Macatlán, Morelos

Tabla No. 26. Síntesis de las unidades ambientales biofísicas de la subcuenca del Río Colobtepec Edo. de Morelos

74

UM	UA	ORIGEN	TIPO DEL REVIEVE	TEMPORALIDAD			MORFOMETRIA		LITOLOGIA	SUELO	USO DEL SUELO	DESCRIPCION
				Hocas	Estructuras	P (%)	h	H				
7	224	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local	Cuaternario	Cuaternario	5 a 10	100	1146	68.2	Feozem, Litosol	Agricultura	Unidad ubicada en partes bajas del cerro de Colotepec en Xochitpec, Morelos; escape de falla normal con echados de 10 a 80 grados
7	243	Exógeno acumulativo de aluvión	Lomerío bajo	Cuaternario	Cuaternario	2 a 5	40	942	29.7	Feozem, Litosol, Andosol	Agricultura	Unidad ubicada en el área de influencia del poblado de Telepa, Zacatepec, Morelos, cerca del Cerro de la Tortuga
7	244	Exógeno acumulativo de aluvión	Lomerío bajo	Cuaternario	Cuaternario	0 a 2	40	935	65.7	Feozem, Litosol, Andosol	Agricultura	Unidad ubicada en contacto con el Cerro de La Tortuga, Poblado de Telepa, Zacatepec, Morelos
7	279	Endógeno estructural (plegado)	Lomerío medio	Cretácico inferior	Eoceno inferior	14 a 22	140	1171	79.2	Rendzina, Litosol	Forestal (Selva baja)	Cerro Mezconzin, cerca del poblado de Atlahochayá, Xochitpec, Morelos
7	286	Endógeno estructural (plegado)	Lomerío medio	Cretácico inferior	Eoceno inferior	5 a 14	140	1127	462.5	Rendzina, Litosol	Agricultura, Forestal (Selva baja)	Cerro de La Corona, se ubica entre los municipios de Xochitpec y Macatán, Morelos
7	297	Endógeno estructural (plegado)	Lomerío medio	Cretácico inferior	Eoceno inferior	5 a 18	100	1086	16	Rendzina, Litosol	Pastizal inducido, agricultura	Partes bajas del Cerro de Mezconzin, cerca del poblado de Atlahochayá, Xochitpec, Morelos
8	38	Exógeno denudatorio	Planicie aluvial y paredes de barranco	Cuaternario	Cuaternario	0 a 7	140	1082	1259.8	Feozem y basalto	Urbano, forestal (selva baja)	Sección del río Colotepec, involucra a los municipios de Tenixco y Xochitpec, Morelos. Aguas arriba del Banneiro Apolita, sobre el cauce del río está presente un 'techo de origen basáltico que se extiende a una distancia de cuatro kilómetros desde este punto, tiene relación con las emisiones del Cuaternario
8	65	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario	Cuaternario	5 a 9	60	1164	69.3	Feozem, Litosol	Agricultura	Unidad que tiene en sus límites al poblado de Xochitlato, municipio de Macatán, Morelos
8	69	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario	Cuaternario	0 a 2	20	931	12.5	Feozem, Litosol	Urbano	Esta unidad se ubica en el municipio de Zacatepec, Morelos y está a 1.6 kilómetros del poblado del mismo nombre
8	70	Exógeno acumulativo de aluvión	Lomerío bajo	Cuaternario	Cuaternario	0 a 5	60	929	282.8	Feozem, Verisil	Urbano, agricultura	Unidad que tiene entre sus límites al poblado de Gaitana del municipio de Zacatepec; una sección al norte de la unidad está en el municipio de Iquita, Morelos, ambos municipios del Morelos
8	71	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie ondulada	Cuaternario	Cuaternario	0 a 2	60	913	1956.5	Feozem, Litosol	Agricultura	Unidad que tiene entre sus límites al poblado de Iquita, y al poblado de Zacatepec, Morelos. Es una de las unidades con mayor cobertura
8	72	Exógeno acumulativo de aluvión	Superficies cumbreales entre barrancos adyacentes	Cuaternario	Cuaternario	0 a 5	80	1018	1649.6	Feozem, Verisil	Urbano	Unidad que forma parte del paraaguas de la subcuenca en su sección sur. Tiene entre sus límites al poblado de Xoxocotla, se distribuye entre los municipios de Macatán y Puente de Ila, Morelos
8	76	Exógeno acumulativo de aluvión	Lomerío alto	Cuaternario	Cuaternario	9 a 20	160	1039	113.7	Rendzina, Litosol	Urbano, agricultura	Unidad ubicada en el municipio de Xochitpec, Morelos; tiene entre sus límites a los poblados de Real del Puente y Xochitpec
8	80	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local de aluvión	Cuaternario	Cuaternario	0 a 2	60	1111	217.6	Feozem, Verisil, Litosol	Urbano, agricultura	Unidad ubicada en el municipio de Xochitpec, Morelos; tiene entre sus límites a los poblados de Real del Puente y Xochitpec
8	189	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie ondulada de aluvión	Cuaternario	Cuaternario	2 a 5	60	1148	406.8	Feozem, Verisil, Litosol	Urbano, agricultura	Unidad ubicada en el municipio de Xochitpec, Morelos; tiene entre sus límites a los poblados de Real del Puente y Xochitpec
8	190	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local de aluvión	Cuaternario	Cuaternario	2 a 3	20	1050	31.4	Feozem, Verisil, Litosol	Agricultura	Unidad ubicada a 2.5 kilómetros al sur de las ruinas de Xochitlato, entre los municipios de Macatán y Xochitpec, Morelos
8	191	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie ondulada de aluvión	Cuaternario	Cuaternario	0 a 2	80	1122	930.3	Feozem, Verisil, Litosol	Urbano	Unidad ubicada a 1.5 kilómetros del Cerro de La Corona dentro del municipio de Macatán, Morelos
8	192	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local de aluvión	Cuaternario	Cuaternario	5 a 7	60	1067	32.1	Feozem, Verisil, Litosol	Agricultura	Unidad que tiene en sus límites al Poblado de Chiconcuac cruceo carretero que conduce al poblado de Atlahochayá y Zacatepec, se distribuye entre los municipios de Xochitpec y Emiliano Zapata, Morelos
8	193	Exógeno acumulativo de aluvión	Superficies cumbreales entre barrancos adyacentes	Cuaternario	Cuaternario	0 a 3	60	1060	702.5	Feozem, Regosol	Urbano, forestal (selva baja)	Unidad ubicada a 1.2 kilómetros al oeste de Atlahochayá, dentro del municipio de Xochitpec, Morelos
8	201	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario	Cuaternario	0 a 2	40	916	156.6	Feozem, Verisil, Litosol	Urbano	Esta unidad tiene en sus límites al poblado de Zacatepec, Morelos
8	202	Exógeno denudatorio	Planicie aluvial y paredes de barranco	Cuaternario	Cuaternario	0 a 5	80	982	280.6	Feozem y basalto	Urbano, agricultura	Cauce de una sección del arroyo Poza Honda y corrientes tributarias, corre por los municipios de Xochitpec, Puente de Ila y Tlalticapan, en las cercanías del Cerro de Jumiltepec
8	203	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial de aluvión	Cuaternario	Cuaternario	2 a 5	60	1052	96.5	Litosol, Feozem, Andosol	Agricultura	Unidad ubicada en el municipio de Xochitpec, Morelos, forma parte del conjunto que da forma al Cerro de Jumiltepec
8	220	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial de aluvión	Cuaternario	Cuaternario	0 a 2	20	951	21.2	Feozem, Castañozem	Agricultura, forestal (selva baja)	Unidad ubicada a unos tres kilómetros al suroeste del poblado de Xoxocotla, dentro del municipio de Puente de Ila
8	221	Exógeno acumulativo de aluvión	Lomerío bajo	Cuaternario	Cuaternario	0 a 5	80	1014	689.6	Feozem, Castañozem, Litosol	Agricultura, forestal (selva baja)	Unidad ubicada en el municipio de Xochitpec, Morelos; está en contacto con materiales volcánicos del Cerro de Jumiltepec. Hacia el sur presenta dos unidades volcánicas calcos semicubiertos por material aluvial y basáltico.
8	222	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial de aluvión	Cuaternario	Cuaternario	0 a 2	40	1020	591.2	Feozem, Verisil, Litosol	Agricultura	Unidad ubicada a 1.5 kilómetros al sur del Cerro de La Corona y colindante con el Poblado de Ahuyeca, municipio de Xochitpec, Morelos
8	241	Exógeno acumulativo de aluvión	Lomerío bajo de aluvión	Cuaternario	Cuaternario	2 a 5	60	1102	235.2	Feozem, Verisil, Litosol	Urbano, agricultura	Esta unidad está en contacto con el Cerro de La Corona, tiene entre sus límites al paraje conocido como El Cuatro, se ubica en Xochitpec, Morelos
8	242	Exógeno acumulativo de aluvión	Lomerío bajo de aluvión	Cuaternario	Cuaternario	0 a 2	40	1039	95.1	Feozem, Verisil, Litosol	Urbano	Unidad ubicada en el municipio de Xochitpec, Morelos; que tiene entre sus límites al poblado de Ahuyeca
8	247	Exógeno acumulativo de aluvión	Piedemonte local de aluvión	Cuaternario	Cuaternario	2 a 5	60	1109	61.4	Feozem, Verisil, Litosol	Agricultura	Unidad asociada al Cerro de Mezconzin, Xochitpec, Morelos
8	262	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario	Cuaternario	0 a 2	60	952	231.7	Feozem, Verisil, Litosol	Urbano	Unidad que tiene en sus límites al Poblado de La Nopalera, colinda con los poblados de Santa Rosa, Treinta y Amador Salazar, dentro del municipio de Tlalticapan, Morelos
8	263	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial	Cuaternario	Cuaternario	0 a 2	20	1051	79.4	Feozem, Verisil, Litosol	Urbano	Unidad ubicada a un kilómetro al sur del poblado de Xochitpec, en el municipio del mismo nombre, en el Morelos
8	264	Exógeno acumulativo de aluvión	Planicie aluvial de aluvión	Cuaternario	Cuaternario	0 a 2	60	1131	376.3	Feozem, Verisil, Litosol	Agricultura	Unidad ubicada en el municipio de Xochitpec, Morelos, entre las localidades de Xochitpec, Puente Morelos y Tezoyuca

Tabla No. 26. Síntesis de las unidades ambientales biofísicas de la subcuenca del Río Colotepec. Edo. de Morelos

6.2. Factores de riesgo de los recursos forestales de la subcuenca

El principal factor que ha puesto en riesgo a los recursos forestales en los últimos años ha sido el fuego, fenómeno que en la mayoría de los casos está relacionado con la actividad agrícola llevada a cabo por los agricultores. Los frecuentes incendios han sido una de las causas recurrentes de la pérdida de la cubierta vegetal en particular del bosque de coníferas, bosque de encinos y bosque mixto de pino encino al Norte de la subcuenca

El fuego adquiere mayor importancia como elemento de disturbio y ha demostrado que puede tener más repercusiones en un corto periodo de tiempo, que el avance de la mancha urbana y la frontera agrícola. Su frecuente utilización en muchas ocasiones es un recurso para disfrazar las acciones de los agricultores o habitantes de las ciudades.

El año de 1998 fue particularmente distintivo en cuanto a las afectaciones ambientales. Como consecuencia del fenómeno meteorológico conocido como el Niño, México experimentó la peor sequía de los últimos 70 años, que complicó severamente la estación seca antes de la temporada de lluvias en ese año, como consecuencia se presentaron en el ámbito nacional 12 873 incendios que afectaron 439 945 hectáreas de recursos forestales, Rodríguez-Trejo (1998).

De acuerdo con los datos obtenidos de la delegación de la SEMARMAP (1998), en el Edo. de Morelos de enero a junio de ese año se informó de 109 incendios que afectaron 702.8 hectáreas de bosques en varias localidades ubicadas dentro de las UM 1, 2, 3 y 4; ver tablas No. 27 y 28. Para el municipio de Cuernavaca, Morelos, dentro de la UM 3, se informó de 15 sitios donde se presentaron focos de incendio; Coajomulco y Zempoala únicamente 3; y Huitzilac con 66 sitios con incendios.

Tabla 27. Area involucrada en las unidades mayores 1, 2, 3 y 4, por incendios durante 1998.

Municipio/localidad	Numero de incendios	Área afectada		UM
		Hectáreas	%	
Zempoala (Morelos y Estado de Mexico)	3	361	50.2	1
Municipio de Huitzilac	66	262.7	36.5	2
Municipio de Cuernavaca	10	65.8	9.2	3 y 4
Coajomulco, municipio de Huitzilac	6	19.5	2.7	2
Chamilpa, municipio de Cuernavaca	7	9.8	1.4	4
TOTAL	92	718.8		

Tabla 28. Causas asociadas a los incendios.

Causa	Frecuencia	%
Actividades forestales	27	35.0%
Causas no determinadas	16	20.8%
Por fumadores	12	15.6%
Aprovechamientos forestales	6	7.8%
Por rencillas	6	7.8%
Para obtener autorización de aprovechamiento forestal	5	6.5%
Aprovechamientos ilícitos	3	3.9%
Quema de basureros	2	2.6%

6.3. La influencia de la dinámica socioeconómica y crecimiento poblacional en el estado actual en la subcuenca

El análisis que se incluye en este capítulo tiene como propósito evidenciar varios aspectos que contribuirán a entender el papel que ha jugado la dinámica regional de crecimiento poblacional y económico, en la actual condición ambiental de la subcuenca.

Para esto se lleva a cabo una análisis histórico de información relacionada con la influencia que ha ejercido el municipio de Cuernavaca entre los municipios vecinos en cuanto a su población y economía durante los últimos 60 años, entidades que ahora conjuntan lo que se conoce como área conurbada. El área total involucrada por en el área conurbada es de 31454.4, el 45% del área total de la subcuenca, tabla 29.

Tabla 29. Cobertura municipal por unidad mayor del área conurbada.

Municipio involucrado	Area	Unidad mayor
Xochitepec y Temixco	6179.8	8
Temixco y Xochitepec	336.6	6
Jiutepec (*) y Emiliano Zapata (*)	2106.2	5
Cuernavaca y Temixco	20254.4	4
Cuernavaca	2577.4	3

* No toda el área municipal está dentro de la subcuenca

De acuerdo con Gómez y Espinoza (1991) la situación geográfica privilegiada de la Ciudad de Cuernavaca y su cercanía con el Distrito Federal ha sido fundamental en su desarrollo. Desde la colonia fue y sigue siendo un lugar de residencia por su agradable clima. De un crecimiento concéntrico y nuclear hasta 1950, con cierta tendencia de crecimiento hacia el Norte, a partir de ese año paso a un rápido crecimiento al intensificarse el turismo y cambios en la estructura socioeconómica. Sin embargo, en el decenio de 1950 a 1960 se aletarga el desarrollo de esta entidad al disminuir los flujos migratorios hacia la región y se frena el desarrollo de fraccionamientos, como consecuencia de medidas fiscales y catastrales rigurosas.

Posteriormente se promovieron programas y acciones nacionales de impulso al desarrollo, situación que repercutió positivamente tanto en el municipio de Cuernavaca como en los municipios colindantes de Temixco, Emiliano Zapata y Jiutepec. El desarrollo turístico fue también un factor importante, reflejándose en un fuerte incremento de la población migrante de los estados del sur, principalmente del Estado de Guerrero, manifestándose un crecimiento de Cuernavaca fuera de sus límites, extendiéndose a los municipios de Temixco, Jiutepec y Emiliano Zapata.

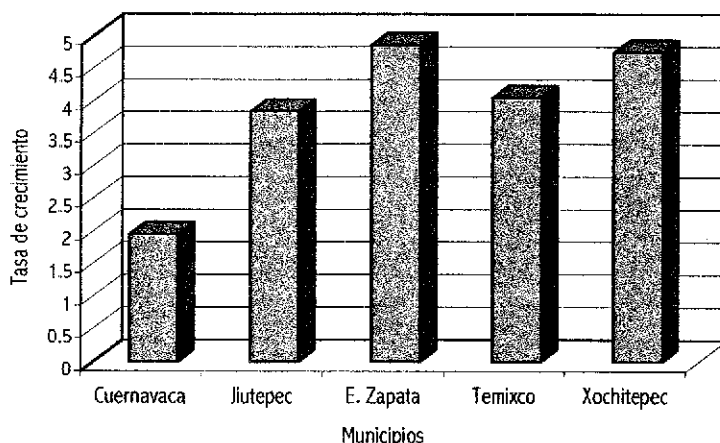
Otro impulso al desarrollo regional fue la creación en 1965 de la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC) iniciándose un periodo de auge industrial, lo que marco una tendencia franca a la conurbación entre los cuatro municipios.

La tasa de crecimiento poblacional más alta en el ámbito regional se dio en el periodo de 1970 y 1980, correspondiendo al municipio de Jiutepec con el 8.5% y la más baja al municipio de Cuernavaca con 2.8%, y para 1990 era de 1.95%.

El municipio que presentó la más acelerada dinámica de población en la década de 1980 a 1990 fue Emiliano Zapata, con la tasa de crecimiento de 4.86%, lo que ha tenido importantes repercusiones en lo relativo a demandas de todo tipo de servicios.

La tasa de crecimiento del municipio de Cuernavaca de 1.95% en el lapso 1980-1990 se debió a tres factores importantes: al mayor costo del suelo disponible para desarrollo urbano; a que las áreas aptas y con menores costos de dotación de infraestructura, correspondían a fraccionamientos sujetos a la especulación; y a que las reservas disponibles del municipio se localizan al poniente, con costos de urbanización más elevados, limitando su ocupación. Caso contrario se presentó en los municipios de Temixco, Jiutepec y Emiliano Zapata, el área susceptible de ocupación para uso urbano era extensa con un régimen de tenencia que posibilitó en mayor medida su incorporación (Gómez y Espinoza, 1991), figura 25.

Figura 25. Crecimiento en el área conurbada entre 1980 - 1990



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Con la creación de CIVAC en el municipio de Jiutepec, se aceleró en las periferias del complejo industrial el proceso de ocupación de áreas agrícolas y ejidales por usos urbanos, dándose un crecimiento desordenado. Estuvo caracterizado por irregularidad en la tenencia de la tierra y graves carencias de infraestructura urbana y equipamiento.

Gómez y Espinoza (1991) mencionan que otro factor que incidió en el crecimiento urbano de Cuernavaca y municipios conurbados (demanda de vivienda), fue la descentralización de algunos organismos del sector público federal y de institutos de investigación de la UNAM; oficinas de la C.F.E., y de la Secretaría de Salud. Para el caso de Cuernavaca, como respuesta de la población a los sismos de 1985, una buena parte de las viviendas ocupada durante el fin de semana y temporadas vocacionales, pasaron a ser ocupadas permanentemente por habitantes del Distrito Federal, quienes mantuvieron sus empleos en ese lugar, viajando diariamente entre ambas ciudades. Este cambio incrementó la demanda de servicios en infraestructura y equipamiento urbano, lo que generó un déficit en los servicios de agua potable y drenaje.

Desde la década de los sesentas se han diseñado planes municipales de desarrollo urbano y planes de ordenamiento del área conurbada intermunicipal. Sin embargo, a pesar de haber sido decretado y publicado en el año de 1982, el plan de ordenamiento del área conurbada intermunicipal de Cuernavaca, Jiutepec, Temixco y Emiliano Zapata, este no se instrumentó administrativamente por lo que tampoco se aplicó de acuerdo a lo previsto, obstaculizando el control de usos del suelo y la ocupación de las reservas de acuerdo a lo programado.

La tendencia de crecimiento se ha mantenido en la zona conurbada. De acuerdo con los datos de los últimos 30 años el incremento poblacional de los cuatro principales municipios que forman la conurbación: Cuernavaca, Jiutepec, Temixco y Emiliano Zapata, muestran un crecimiento positivo en su número de habitantes, pero el crecimiento relativo entre estos es distinto (Gómez y Espinoza, 1991).

En 1970 la población total de los municipios de Emiliano Zapata, Temixco y Jiutepec, representa sólo el 5.9, 11.95 y 6.6%, de la población del municipio de Cuernavaca, respectivamente. Para 1995 la población de Emiliano Zapata se había triplicado, representando el 17% con respecto a la de Cuernavaca. La población de Temixco para ese mismo año aumentó más del doble, esto es un 27.42%, comportamiento que se ha mantenido hasta la fecha, figuras 26 y 27.

Figura 26. Crecimiento poblacional por municipio.

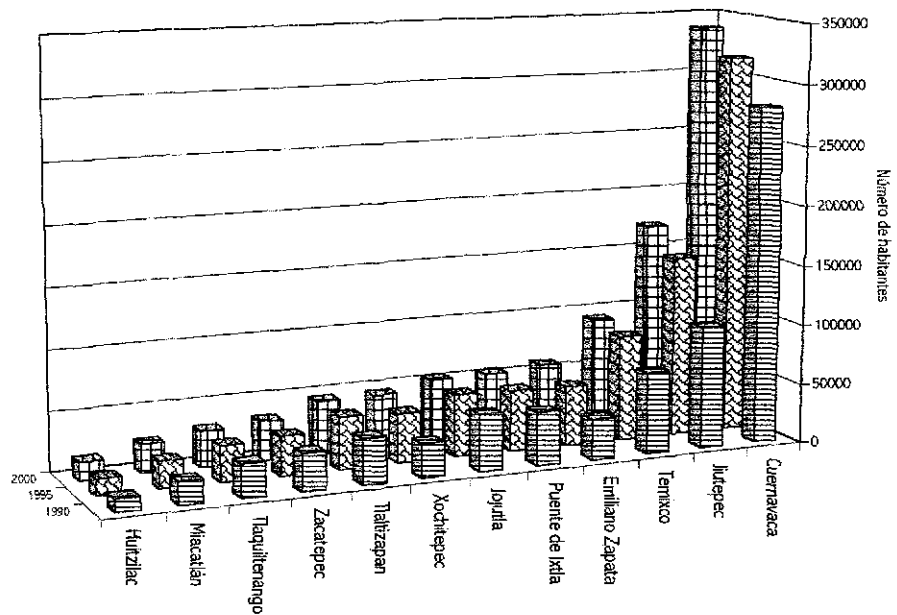
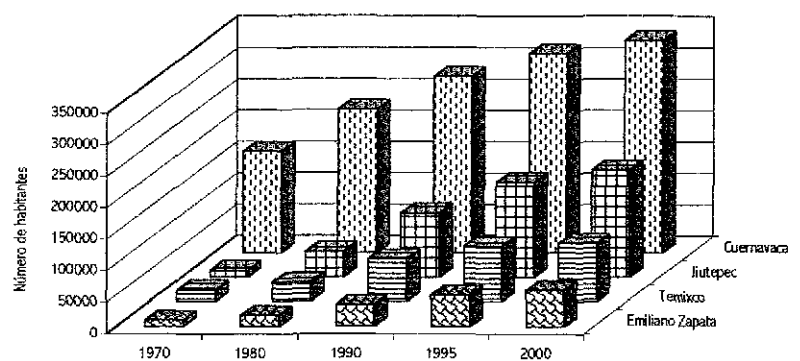


Figura 27. Crecimiento poblacional en la zona conurbada.

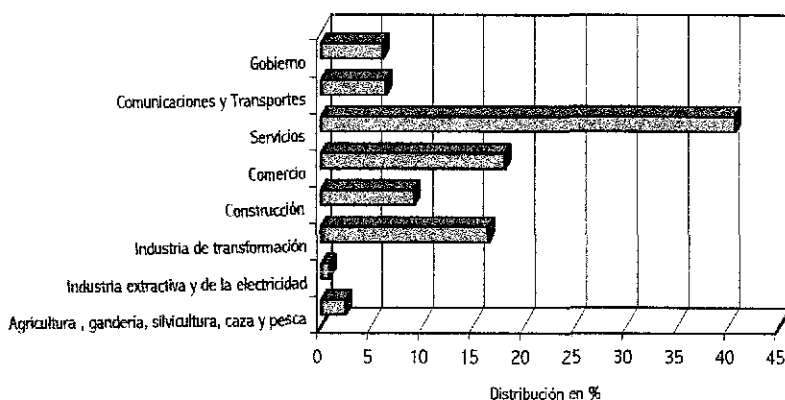


El municipio que tuvo mayor dinámica de crecimiento poblacional fue Jiutepec; para 1995 su población había aumentado 7.5 veces, representando el 50% de la población que en ese año tenía el municipio de Cuernavaca. No obstante, desde el punto de vista del área municipal de Jiutepec (0.4%), fue mínima la influencia que su crecimiento demográfico tuvo para la zona conurbada, no así para Temixco y Emiliano Zapata. La influencia del primero fue por ser el lugar de residencia de las personas que trabajan en Cuernavaca y de aquellas que están por adquirir viviendas en ese municipio al hallar costos de dotación de infraestructura accesibles. Emiliano Zapata en los años próximos años también será un polo de atracción para trabajadores ante la reciente fundación del Desarrollo Industrial de Emiliano Zapata (DIEZ) y Central de Abasto del mismo nombre.

Se espera que con la creación del DIEZ en el municipio Emiliano Zapata se repita el mismo fenómeno que se manifestó con la creación de la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca en el municipio de Jiutepec: un crecimiento desordenado resultante de la ocupación de tierras agrícolas para usos urbanos, ampliando aún más la conurbación, incorporando en un futuro próximo al municipio de Xochitepec.

Como sustento a lo anterior y para señalar la influencia que tiene el desarrollo industrial, con base en los datos de los últimos tres años, de enero de 1998 a junio del 2000 el 40.6% de la población en el municipio de Cuernavaca se emplea en servicios, 18.1% en el comercio, 16.4% trabaja en la industria de la transformación y 9.2% trabaja en la industria de la construcción. De 100 personas sólo dos se dedican a las actividades primarias (agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca). Estos datos muestran que las actividades primarias en el municipio de Cuernavaca han dejado de ser desde hace mucho tiempo subsidiarios de satisfactores para la población local, por tanto las tierras agrícolas son más atractivas para los fraccionadores que las compran a bajo costo para el establecimiento de infraestructura habitacional, figura 28.

Figura 28. Población ocupada por actividad económica en el municipio de Cuernavaca, Mor. Periodo 1998-2000



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

6.4. Riesgos naturales

De acuerdo con el análisis de la información utilizada para la caracterización geológica, desde el punto de vista de riesgos naturales por vulcanismo, dentro de la UM 1. Laderas de montaña Zempoala-Tlalli-Ajusco, UM 2. Laderas de montaña Tres Marías-Mezontepec y UM 3. Laderas de montaña El Pelado-Tabaquillo-La Gloria representa una amenaza latente para las localidades que se sitúan en los límites de éstas y de aquellas más allá de sus fronteras físicas. De acuerdo con Martín del Pozzo (1980) el vulcanismo del área sigue activo aunque las erupciones no tienen una periodicidad homogénea. Comenta que las probabilidades de una erupción inminente son grandes puesto que las últimas ocurridas fueron las del Volcán Xitle hace 2400 años y las del Chichinautzin hace 2500 años. Esta condición es una constante en la cadena de grandes volcanes mayores, llamada Sierras Mayores al Norte del Estado de Morelos, Sur y Este del Distrito Federal y oeste del Estado de México.

En tiempos geológicos estos valores indican que las erupciones mencionadas acaban de ocurrir. Para tener una idea de lo reciente que pueden significar estos eventos volcánicos, es obligado un ejercicio. Acorde con los geólogos han transcurrido 4600 millones de años desde el momento en que la tierra empezó a formarse, si se distribuye esta cantidad en 365 días que representarían un año terrestre, significa que las erupciones de los volcanes Xitle y Chichinautzin ocurrieron hace 16.45 y 17.14 segundos.

Se concluye que erupciones similares a las mencionadas pueden ocurrir en cualquier momento, por tanto se corrobora que la sección Norte de la subcuenca del Colotepec y subcuencas vecinas, es una área con un alto riesgo ambiental de carácter volcánico. García y Bello (1975) considera también que el vulcanismo puede reanudarse en cualquier momento en el área y

con toda seguridad se repetirá en el futuro, lo que debe tenerse en consideración al diseñar una obra de tierra o proyectar la cimentación de una obra de construcción.

Otro aspecto que también llama la atención desde el punto de vista de riesgo ambiental es la presencia de una importante extensión con laderas de montaña situadas dentro de los límites nuevamente de la UM 1. Laderas de montaña Zempoala-Tlalli-Ajusco, UM 2. Laderas de montaña Tres Marías-Mezontepec y UM 3. Laderas de montaña El Pelado-Tabaquillo-La Gloria.

Si se suma a este tipo de relieve el parámetro de la pendiente, en estas zonas es donde se presentan importantes procesos de ladera que modelan las formas locales por el desplazamiento de material no consolidado. Las fuerzas que operan en estas zonas son de tipo gravitacional y son la causa de derrumbes, caídas de rocas, reptación, deslizamiento y solifluxión. De acuerdo con Palacio (1982), la pendiente del terreno constituye un factor de suma importancia como factor condicionante de la acción de los agentes exógenos modeladores del relieve, como lo es la erosión hídrica. Los rangos de pendiente característicos de las unidades mayores mencionadas van de 6 a 45 grados.

Palacio (1982), menciona que los derrumbes se presentan en pendientes fuertes, entre los 20° y 45° de inclinación. Los corrimientos y reptación en pendientes superiores a los 12°; y la solifluxión en inclinaciones que sobrepasan los 6°.

Las bondades climáticas por años han atraído a propios y extraños a la Ciudad de Cuernavaca, Morelos, y muchos de ellos se han asentado en los piedemontes de las unidades mayores antes mencionadas, dentro sección Norte de la ciudad. Estos asentamientos en los últimos años se han incrementado debido a que muchas de las personas migraron permanentemente a Cuernavaca como resultado de los sismos de 1985, desafortunadamente se fueron ubicando cerca de zonas donde las pendientes del relieve están en el rango anteriormente referido, con las implicaciones también antes descritas. Sin ser un consuelo el avance de la frontera urbana se han desacelerado por razones económicas y naturales; particularmente porque los costos por unidad de tierra son altos y sólo pequeños grupos con poder económico pueden adquirir propiedades en tales sitios, como es el caso de las zonas boscosas al Norte de la Ciudad de Cuernavaca y al Sur del municipio de Huitzilac, a pesar de que el avance de la mancha urbana ha disminuido en los lugares mencionados, el riesgo ambiental por procesos gravitacionales es patente.

7. DISCUSIÓN

7.1. Los objetivos del estudio y el enfoque geomorfológico

De acuerdo con los resultados obtenidos se han cumplido satisfactoriamente los objetivos planteados para el trabajo de investigación, se realizó la síntesis de 305 unidades para la Subcuenca del Río Colotepec, Edo. de Morelos; sus resultados dan un panorama sencillo y organizado de la información. La aplicación del enfoque geomorfológico y los criterios de geomorfología sintética contribuyeron determinadamente en el proceso. Se corrobora el hecho que el levantamiento analítico es la etapa básica que se debe cubrir en la delineación de las unidades morfogénicas ya que proporciona los elementos principales de carácter cualitativo y descriptivo del relieve en términos de su origen y las causas que lo determinan, evidenciando el orden y disposición del relieve en tiempo y espacio, en otras palabras una jerarquización de este.

La incorporación y vinculación de los aspectos ambientales obtenidos de la cartografía temática del INEGI de geología, clima, relieve, litología, edafología, hidrología y vegetación dentro de un espacio geográfico, es determinante para disponer de un panorama completo y resumido por cada unidad identificada, logrando de esta forma dar origen a las entidades con atributos físicos y ambientales en forma congregada.

Los resultados de la aplicación del enfoque geomorfología y los criterios de la geomorfología sintética permite entender con un sentido holístico, la disposición de los elementos que componen y caracterizan el escenario terrestre aún en espacios geográficos de pequeñas dimensiones como la subcuenca del río Colotepec; la interacción e inclusive las causas que determinan la condición ambiental o estado actual de estos. Los elementos de un espacio geográfico no deben ser vistos como entes aislados sino como sistema ecológico o conjunto de elementos, componentes o unidades relacionadas entre sí (Maass y Martínez 1990).

Otra ventaja asociada de la aplicación de este enfoque es la determinación de la vocación o inclinación natural que tiene cada unidad identificada para la subcuenca y elementos asociados, así como los cambios manifestados en esta, en la mayoría de los

con toda seguridad se repetirá en el futuro, lo que debe tenerse en consideración al diseñar una obra de tierra o proyectar la cimentación de una obra de construcción.

Otro aspecto que también llama la atención desde el punto de vista de riesgo ambiental es la presencia de una importante extensión con laderas de montaña situadas dentro de los límites nuevamente de la UM 1. Laderas de montaña Zempoala-Tlalli-Ajusco, UM 2. Laderas de montaña Tres Marías-Mezontepec y UM 3. Laderas de montaña El Pelado-Tabaquillo-La Gloria.

Si se suma a este tipo de relieve el parámetro de la pendiente, en estas zonas es donde se presentan importantes procesos de ladera que modelan las formas locales por el desplazamiento de material no consolidado. Las fuerzas que operan en estas zonas son de tipo gravitacional y son la causa de derrumbes, caídas de rocas, reptación, deslizamiento y solifluxión. De acuerdo con Palacio (1982), la pendiente del terreno constituye un factor de suma importancia como factor condicionante de la acción de los agentes exógenos modeladores del relieve, como lo es la erosión hídrica. Los rangos de pendiente característicos de las unidades mayores mencionadas van de 6 a 45 grados.

Palacio (1982), menciona que los derrumbes se presentan en pendientes fuertes, entre los 20° y 45° de inclinación. Los corrimientos y reptación en pendientes superiores a los 12°; y la solifluxión en inclinaciones que sobrepasan los 6°.

Las bondades climáticas por años han atraído a propios y extraños a la Ciudad de Cuernavaca, Morelos, y muchos de ellos se han asentado en los piedemontes de las unidades mayores antes mencionadas, dentro sección Norte de la ciudad. Estos asentamientos en los últimos años se han incrementado debido a que muchas de las personas migraron permanentemente a Cuernavaca como resultado de los sismos de 1985, desafortunadamente se fueron ubicando cerca de zonas donde las pendientes del relieve están en el rango anteriormente referido, con las implicaciones también antes descritas. Sin ser un consuelo el avance de la frontera urbana se han desacelerado por razones económicas y naturales; particularmente porque los costos por unidad de tierra son altos y sólo pequeños grupos con poder económico pueden adquirir propiedades en tales sitios, como es el caso de las zonas boscosas al Norte de la Ciudad de Cuernavaca y al Sur del municipio de Huitzilac, a pesar de que el avance de la mancha urbana ha disminuido en los lugares mencionados, el riesgo ambiental por procesos gravitacionales es patente.

7. DISCUSIÓN

7.1. Los objetivos del estudio y el enfoque geomorfológico

De acuerdo con los resultados obtenidos se han cumplido satisfactoriamente los objetivos planteados para el trabajo de investigación, se realizó la síntesis de 305 unidades para la Subcuenca del Río Colotepec, Edo. de Morelos; sus resultados dan un panorama sencillo y organizado de la información. La aplicación del enfoque geomorfológico y los criterios de geomorfología sintética contribuyeron determinadamente en el proceso. Se corrobora el hecho que el levantamiento analítico es la etapa básica que se debe cubrir en la delineación de las unidades morfogenéticas ya que proporciona los elementos principales de carácter cualitativo y descriptivo del relieve en términos de su origen y las causas que lo determinan, evidenciando el orden y disposición del relieve en tiempo y espacio, en otras palabras una jerarquización de este.

La incorporación y vinculación de los aspectos ambientales obtenidos de la cartografía temática del INEGI de geología, clima, relieve, litología, edafología, hidrología y vegetación dentro de un espacio geográfico, es determinante para disponer de un panorama completo y resumido por cada unidad identificada, logrando de esta forma dar origen a las entidades con atributos físicos y ambientales en forma congregada.

Los resultados de la aplicación del enfoque geomorfología y los criterios de la geomorfología sintética permite entender con un sentido holístico, la disposición de los elementos que componen y caracterizan el escenario terrestre aún en espacios geográficos de pequeñas dimensiones como la subcuenca del río Colotepec; la interacción e inclusive las causas que determinan la condición ambiental o estado actual de estos. Los elementos de un espacio geográfico no deben ser vistos como entes aislados sino como sistema ecológico o conjunto de elementos, componentes o unidades relacionadas entre sí (Maass y Martínez 1990).

Otra ventaja asociada de la aplicación de este enfoque es la determinación de la vocación o inclinación natural que tiene cada unidad identificada para la subcuenca y elemento asociados, así como los cambios manifestados en esta, en la mayoría de los

casos inducidos. Información indispensable para el diseño o rediseño de programas de aprovechamiento y administración de recursos naturales.

Una de las principales desventajas que presenta el enfoque geomorfológico y su aplicación, es la dependencia que tiene de una base cartográfica como elemento básico en la definición de las unidades geomorfológicas. En el ámbito nacional el grado de avance que se tiene en el cubrimiento con información cartográfica y fotográfica reciente está lejos de estar completo por lo que existe un rezago importante en la actualización del material cartográfico en escala 1:50 000, de uso del suelo y vegetación, edafología, y uso potencial del suelo.

Para el caso de la fotografía aérea la situación es muy similar. Por ejemplo, para la Subcuenca del Río Colotepec, no fue posible integrar un mosaico de fotografías recientes y de las mismas fechas; el material adquirido correspondió a los años 1992 (marzo), 1994 (febrero y julio) y 1995 (noviembre).

La falta de material lo más actual posible representa obtener resultados imprecisos y desfasados en el tiempo, particularmente por la dinámica que existe en el entorno natural y social. Los ejemplos más palpables son el avance de la mancha urbana y la frontera agrícola que en espacios cortos de tiempo demuestran su influencia, modificando los escenarios y desencadenando las consecuencias por todos conocidas. Otro ejemplo más puntual es los incendios manifestados en el año de 1998 en varias partes de México, fenómenos particularmente extraordinarios por las pérdidas ocasionadas a los bosques. Eventos como este modifican los escenarios naturales y la falta de material cartográfico y fotográfico reciente, imposibilita referir esta información en un estudio ambiental.

Sin embargo, la inconveniencia de la falta de material actualizado va dejando de serlo. Se debe reconocer que ha habido avances significativos por parte de organismos como el INEGI, en la publicación de insumos cartográficos que pueden ser aplicados a estudios como el presentado. En la actualidad dicho organismo cuenta con ortofotos digitales escala 1:20 000; datos vectoriales (topografía, geología o uso del suelo) y datos toponímicos de cartas topográficas, de igual forma ofrece modelos digitales de elevación en escala 1:50 000.

Ante la carencia de información cartográfica reciente es necesaria una búsqueda de información en los ámbitos estatales, recabando material generado en los programas de planeación del desarrollo estatal y municipal llevados a cabo por ejemplo en las oficinas de la Comisión para la Planeación del Desarrollo (COPLADE) con representación en cada estado. Otras fuentes son los proyectos de desarrollo implementados en centros de investigación de las universidades estatales o en organizaciones no gubernamentales. En el ámbito fuera de los estados, entidades como la CONABIO son una buena fuente de información temática y la UNAM con sus centros de investigación y facultades no son la excepción. El trabajo de campo es también importante para dar soporte a la información obtenida de la literatura, de las cartas temáticas y a los resultados obtenidos con la aplicación del enfoque geomorfológico, particularmente cuando se relaciona al uso del suelo, la flora y la vegetación, tomando en cuenta la velocidad de cambios que se relacionan con estos componentes.

El manejo y síntesis de gran volumen de información que se genera del estudio de espacios geográficos con una amplia diversidad de escenarios, como es el caso de las cuencas; sigue siendo un problema en su comprensión. Está implícito que es una tarea ardua volver esta información sencilla y fácil de entender en sus implicaciones cuando se relacionan con los fenómenos naturales y procesos de desarrollo. Es por ello imprescindible incorporar y aplicar índices e indicadores ambientales que complementen los resultados, permitiendo observar y seguir la situación del entorno; el impacto y las consecuencias de los procesos de desarrollo sobre los recursos naturales y las funciones ecológicas y las interrelaciones entre los diferentes factores de desarrollo regional.

7.2. Índices e indicadores ambientales

En opinión de Winograd (1996), los investigadores raras veces pueden proveer información confiable y comprensible a los tomadores de decisiones acerca de los beneficios, costos e impactos del proceso de desarrollo. Las evidencias sobre la presión del desarrollo en el ambiente por parte de las actividades humanas se basan en evidencias empíricas. No basta invertir cuantiosas sumas de dinero y generar estadísticas sobre información ambiental, si esta información no está coordinada. Es necesario desarrollar un sistema integrado y obtener indicadores e índices que faciliten y promuevan los usos secundarios de la información ambiental a los tomadores de decisiones, así como poder evaluar y vigilar la evolución y tendencias del entorno ambiental, el uso de los recursos naturales y los procesos de desarrollo.

Los indicadores pueden convertirse en una importante herramienta para comunicar y volver accesible la información científica y técnica para diferentes grupos de usuarios. Para el desarrollo de estas herramientas se debe proceder en etapas sucesivas, atendiendo los aspectos técnicos como políticos en forma integrada, aspectos que condicionan en gran medida los procesos de desarrollo. Desde el punto de vista técnico se deben definir los niveles y escalas, analizando e identificando las relaciones que se establecen entre desarrollo y ambiente, así como los problemas que conlleva (Winograd, 1996).

Para el proceso de la toma de decisiones, análisis y seguimiento de las políticas y estrategias de desarrollo, existen una serie de datos, estadísticas e indicadores económicos y sociales en el ámbito regional y nacional que son usualmente utilizados como es el caso de Producto Interno Bruto, índice de crecimiento poblacional, de pobreza o de marginación, por mencionar algunos. Sin embargo, información ambiental equivalente no existe o no se encuentra disponible para los usuarios, lo que impide que la toma de decisiones se efectúe considerando todos los componentes y características del proceso de desarrollo.

El concepto de indicadores e índices se refiere a información que es parte de un proceso específico de gestión y que puede ser comparada con los objetivos de dicho proceso. Asimismo, son información a la cual se le asigna un significado o trascendencia mayor que su valor observado o real. Los índices se construyen para lograr una reducción en el volumen de datos acerca de variables particulares que tienen un significado o trascendencia especial. De manera general los indicadores e índices se elaboran para la simplificación, cuantificación, análisis y comunicación de la información, permitiendo entender fenómenos complejos, que de esta forma pueden ser comprensibles y analizables, logrando con esto ser comunicados a los diferentes niveles de la sociedad.

Sería útil y necesario ponderar la incorporación a las evaluaciones ambientales como las obtenidas con la aplicación de la geomorfología sintética, los índices e indicadores ambientales siguientes.

Ámbito social	Densidad de población (h/ha), densidad de carreteras o vías de acceso (km/km ²), índice de pobreza, % de población rural con acceso a servicios.
Ámbito agrícola	Tasa de erosión, índice de degradación de suelos, % de tierras de riego, % de tierras de temporal, % de tierras tecnificadas.
Ámbito ambiental	Producción de carbón y leña per capita (m ³), % de relación reserva/producción de madera, tasa fragmentación de bosques o selvas (ha/año), deforestación anual (has), cambios en el uso del suelo (ha), áreas afectadas por erosión (ha), demanda bioquímica y química de oxígeno (mg/l) en cuerpos de agua, % de extracción de agua por sector, áreas contaminadas por residuos peligrosos (ha), generación de residuos municipales per capita (kg).
Ámbito de la biodiversidad	% de áreas naturales protegidas, tasa anual de fragmentación de ecosistemas (ha/año), índice de biodiversidad actual y promedio, % de especies (flora y fauna) en estado de vulnerabilidad, índice de dominancia (especies vegetales/m ²).

Los ejemplos anteriores de indicadores e índices ambientales contribuirían a los tomadores de decisiones con su aplicación a entender e identificar en forma rápida la problemática ambiental, sus causas, así como las formas de atención y solución de los cambios negativos, en otras palabras la condición ambiental del espacio geográfico en estudio. Winograd, (1996), enfatiza que se debe procurar que en su aplicación se utilicen metodologías uniformes que reduzcan los riesgos de error en su interpretación y posibiliten su comparación con los obtenidos en otras áreas estudiadas.

8. CONCLUSIONES.

8.1. Del enfoque geomorfológico

La aplicación del enfoque geomorfológico y los criterios de la geomorfología sintética en la delimitación de unidades ambientales demuestra ser una herramienta muy útil, aún desde la aplicación del levantamiento analítico; las estadísticas obtenidas son de suma utilidad por la generación de información geomorfológica cualitativa y descriptiva del relieve y las causas que le dan origen.

El enfoque geomorfológico proporciona información valiosa del orden y disposición del relieve en tiempo y espacio. La vinculación de los factores del paisaje como geología, clima, relieve, litología, edafología, hidrología y vegetación, insumos

Los indicadores pueden convertirse en una importante herramienta para comunicar y volver accesible la información científica y técnica para diferentes grupos de usuarios. Para el desarrollo de estas herramientas se debe proceder en etapas sucesivas, atendiendo los aspectos técnicos como políticos en forma integrada, aspectos que condicionan en gran medida los procesos de desarrollo. Desde el punto de vista técnico se deben definir los niveles y escalas, analizando e identificando las relaciones que se establecen entre desarrollo y ambiente, así como los problemas que conlleva (Winograd, 1996).

Para el proceso de la toma de decisiones, análisis y seguimiento de las políticas y estrategias de desarrollo, existen una serie de datos, estadísticas e indicadores económicos y sociales en el ámbito regional y nacional que son usualmente utilizados como es el caso de Producto Interno Bruto, índice de crecimiento poblacional, de pobreza o de marginación, por mencionar algunos. Sin embargo, información ambiental equivalente no existe o no se encuentra disponible para los usuarios, lo que impide que la toma de decisiones se efectúe considerando todos los componentes y características del proceso de desarrollo.

El concepto de indicadores e índices se refiere a información que es parte de un proceso específico de gestión y que puede ser comparada con los objetivos de dicho proceso. Asimismo, son información a la cual se le asigna un significado o trascendencia mayor que su valor observado o real. Los índices se construyen para lograr una reducción en el volumen de datos acerca de variables particulares que tienen un significado o trascendencia especial. De manera general los indicadores e índices se elaboran para la simplificación, cuantificación, análisis y comunicación de la información, permitiendo entender fenómenos complejos, que de esta forma pueden ser comprensibles y analizables, logrando con esto ser comunicados a los diferentes niveles de la sociedad.

Sería útil y necesario ponderar la incorporación a las evaluaciones ambientales como las obtenidas con la aplicación de la geomorfología sintética, los índices e indicadores ambientales siguientes.

Ámbito social	Densidad de población (h/ha), densidad de carreteras o vías de acceso (km/km ²), índice de pobreza, % de población rural con acceso a servicios.
Ámbito agrícola	Tasa de erosión, índice de degradación de suelos, % de tierras de riego, % de tierras de temporal, % de tierras tecnificadas.
Ámbito ambiental	Producción de carbón y leña per capita (m ³), % de relación reserva/producción de madera, tasa fragmentación de bosques o selvas (ha/año), deforestación anual (has), cambios en el uso del suelo (ha), áreas afectadas por erosión (ha), demanda bioquímica y química de oxígeno (mg/l) en cuerpos de agua, % de extracción de agua por sector, áreas contaminadas por residuos peligrosos (ha), generación de residuos municipales per capita (kg).
Ámbito de la biodiversidad	% de áreas naturales protegidas, tasa anual de fragmentación de ecosistemas (ha/año), índice de biodiversidad actual y promedio, % de especies (flora y fauna) en estado de vulnerabilidad, índice de dominancia (especies vegetales/m ²).

Los ejemplos anteriores de indicadores e índices ambientales contribuirían a los tomadores de decisiones con su aplicación a entender e identificar en forma rápida la problemática ambiental, sus causas, así como las formas de atención y solución de los cambios negativos, en otras palabras la condición ambiental del espacio geográfico en estudio. Winograd, (1996), enfatiza que se debe procurar que en su aplicación se utilicen metodologías uniformes que reduzcan los riesgos de error en su interpretación y posibiliten su comparación con los obtenidos en otras áreas estudiadas.

8. CONCLUSIONES.

8.1. Del enfoque geomorfológico

La aplicación del enfoque geomorfológico y los criterios de la geomorfología sintética en la delimitación de unidades ambientales demuestra ser una herramienta muy útil, aún desde la aplicación del levantamiento analítico; las estadísticas obtenidas son de suma utilidad por la generación de información geomorfológica cualitativa y descriptiva del relieve y las causas que le dan origen.

El enfoque geomorfológico proporciona información valiosa del orden y disposición del relieve en tiempo y espacio. La vinculación de los factores del paisaje como geología, clima, relieve, litología, edafología, hidrología y vegetación, insumos

básicos del levantamiento sintético, finalmente complementan sustancialmente la síntesis, proporcionando un panorama resumido de las condiciones individuales en cada unidad, obteniendo así un mapa de unidades ambientales con atributos homogéneos del medio físico y entorno natural, aún a pesar de ser obtenida de cartografía. La información obtenida muestra en forma sencilla la vocación natural y potencial de cada unidad a partir de visualizar sus atributos de una forma integrada.

8.2. De los programas informáticos utilizados

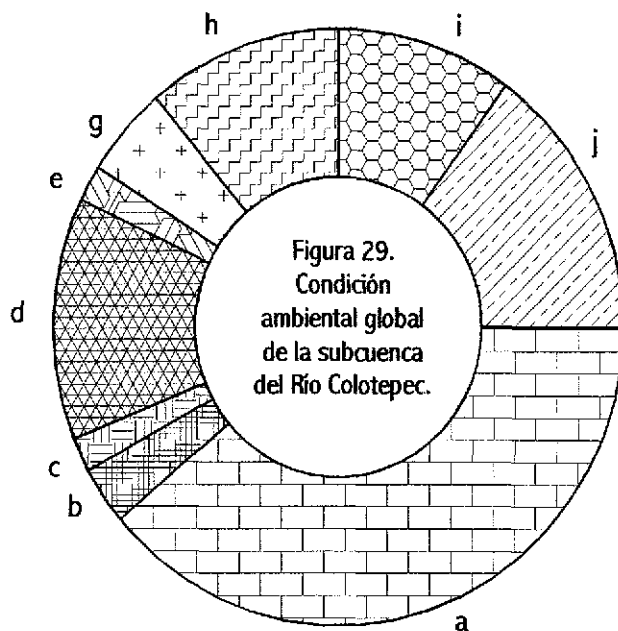
La incorporación de un sistema de información geográfica al proceso de delimitación y procesamiento de unidades ambientales fue esencial para el manejo y manipulación de bases de datos, en la mayoría de los casos, de gran proporción. De no haber utilizado este tipo de programas, el análisis de información y obtención de resultados hubiera sido una tarea pesada y tediosa, con una inversión de tiempo mucho mayor.

Con relación al uso del diseñador asistido por computadora fue una herramienta también valiosa ya que al procesar y combinar directamente en pantalla los datos matriciales y vectoriales en un mismo dibujo, se agilizó la captura de la información vectorial para cada una de las bases temáticas utilizadas. Un problema muy frecuente que se presenta cuando se trabaja con cartas temáticas en tableta digitalizadora, es la captura información vectorial en áreas con gran saturación de líneas, esta dificultad se resuelve con el uso del diseñador ya que se pueden lograr los acercamientos necesarios aún en sitios difíciles, logrando de esta forma una captura más completa y en menor tiempo.

8.3. De la condición ambiental global de la subcuenca

Con base en las estadísticas de las coberturas en hectáreas por uso del suelo, se obtuvieron importantes deducciones. De las 69752 hectáreas que abarca la subcuenca:

- El 39% de área en la subcuenca (27075 has), presenta vegetación con un alto grado de conservación en términos de cobertura vegetal dentro de las UM 1, 2, 3, 4, 5 y 7. 16850 has corresponden a bosque de coníferas; 2175 has a bosque mixto; 2335 a selva baja; 5281 has a bosque de encino con selva baja; y 434 has a bosque de galería.
- El 3% del área (2049 has), presenta vegetación que se entremezcla con pastizal inducido. 1441 es bosque de coníferas; 59 has es bosque mixto; y 549 a selva baja. Es característico de las UM 1, 2, 3 y 7.
- El 2% del área (1674 has) predomina el pastizal con manchones de vegetación de coníferas. 300 has es pastizal con bosque de oyamel y/o pino; 230 es pastizal y bosque mixto; y 1144 es pastizal con matorral. Es característico de las UM 1, 2 y 3.
- El 13% es área donde predomina el pastizal inducido (8651 has). Involucra únicamente a la UM 4.
- El 1.8% es área donde existe pastizal inducido y se practica la agricultura (1604 has). Es característico de la UM 5.
- 0.2% del área (141 has) es donde existen manchones de vegetación que se intercala con la agricultura. Frecuente en la UM 6.
- El 5% es área donde domina la práctica de la agricultura pero aún existen manchones de vegetación (3360 has): selva baja (UM 5, 7 y 8) y bosque de coníferas (UM 2), destacando el primer tipo.
- El 11% (7947 has) es área donde únicamente se practica la agricultura (UM 3, 4, 5, 7 y 8), además existen áreas con pastizal inducido (UM 2 y 3).
- El 10% son áreas agrícolas cercanas a áreas urbanas (6767 has), potencialmente son áreas que en el corto plazo serán totalmente urbanas. Es característico de las UM 3, 4, 5, 6, 7 y 8.
- El 15% son áreas fundamentalmente urbanas (10482 has). Corresponde a las UM 3, 4, 5 y 8.



LITERATURA.

1. Ackerson, B. V. y B. Fish, 1980. An Evaluation of landscape units. *Photogrametric Engineering and Remote Sensing*. Vol 46 No. 3. March. 347-358
2. Aguilar, B S. 1998. *Ecología del Estado de Morelos. un enfoque geográfico*. Editorial Praxis 469 p.
3. Álvarez I. P. 1997. El ordenamiento ecológico del territorio, un acercamiento histórico conceptual. Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto ambiental, INE-SEMARNAP Conferencia.
4. Anónimo. 1972. Estudios ecológicos en la cuenca del Río Cutzamala, Estado de México, Michoacán y Guerrero. Departamento de Botánica, Instituto de Biología de la UNAM 64 p.
5. Anónimo. 1975. Seminario de administración de cuencas interjurisdiccionales. Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídrica, Centro de Economía, Legislación y Administración del Agua. Mendoza, Argentina 213 p.
6. Boyas, D. J. C. 1991. Regionalización ecológica del Estado de Morelos. Primeras jornadas de investigación en el Estado de Morelos. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM. 25-32.
7. Brown, B. 1994. GIS Rechannels Water Planning Strategies. *GIS WORLD*. 40-42
8. Castro, F. R. y M. G. Bustos Z. 1992. Herpetología de la zona de reserva Ajusco-Chichinautzin, Morelos, México. *Univ. Cienc. Tecnol. Morelos, Méx.* 2 (2): 67-70
9. CNA. 2000. Agua para el siglo XXI. Material informativo. Gerencia Regional Balsas (www.cna.gob.mx).
10. CODEITE. 1970. Términos de referencia para el estudio de factibilidad sobre una primera etapa del programa de desarrollo integral de la cuenca del Río Tempisque, San José Costa Rica. Coordinadora para el desarrollo Integral de Cuenca del Río Tempisque. 34 p.
11. CONABIO. 1999. Banco de datos. registros botánicos
12. Contreras, M. T. y F. Urbina T. 1995. Historia Natural del Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre "Corredor Biológico Chichinautzin" SEP/FOMES y Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEM. 35 p.
13. Cuanalo de la Cerda H., E. Ojeda T., A. Santos O. y C. A. Ortiz S. 1989. Provincias, regiones y subregiones terrestre de México. Centro de edafología, Colegio de Posgraduados, Chapingo. 275-292.
14. De la Peña. 1982. Morelos: viento en la cima fuego en el cañaberal. Monografía estatal. Subsecretaría de Educación Básica y Normal de la Secretaría de Educación Pública. 10-27.
15. Don Leet, L. y Sheldon J. 1977. Fundamentos de geología física. Editorial Limusa, México. 55-82.
16. Driscoll, R. S. 1994. No panacea exists for ecosystem management. *GIS WORLD* 54-55
17. Flores, C.A. y D. Martínez A. 1990. Flora Arbórea de la Ciudad de Cuernavaca, Morelos, México. *Revista Universidad: Ciencia y Tecnología*, Septiembre 1990, No. 1, Vol. 1. México, UAEM. 11-26
18. Flores, H., R. 1991. Recomendaciones y propuestas de acciones para el manejo de cuencas. Seminario de conservación del agua y suelo. Memorias: manejo integral de cuencas. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 207-209.
19. Franco L. J. 1985. Manual de Ecología. Editorial Trillas. 93-100.
20. García A. y V. M. Bello A. 1975. El subsuelo de la Ciudad de Cuernavaca. SHOP.
21. García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Offset Larrios México, D.F. UNAM 102-148.

22. Geissert, D. y J. P. Rossignol 1987. La Morfoedafología en la ordenación de los paisajes rurales. Conceptos y primeras aplicaciones en México. ORSTOM-INIREB. México. 79 p.
23. Gómez A. E. y R. Espinosa V. 1991. Cuernavaca y su zona conurbada. Análisis del proceso de desarrollo de Cuernavaca y su zona conurbada. Primeras jornadas de investigación en el Estado de Morelos. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM. 285-313.
24. González, G. J. G. 1982. El volcán "El Pelado" como reserva natural. Tesis de licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras. Colegio de Geografía UNAM. 82 p.
25. Hernández, Z.P. 1998. Aves del Parque Nacional "Lagunas de Zempoala", su estacionalidad, abundancia y distribución local. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, UAEM.
26. Hooke, J. M. 1988. Geomorphology in environmental planning. John Wiley & Sons Ltd. 244 p.
27. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). 1996. Banco nacional de datos de aguas superficiales. Datos hidrométricos y vasos de almacenamiento de 1902-1995, BANDAS. Disco óptico.
28. Linden E. 2000. Condition critical. Revista Time, Edición especial, 18-24.
29. López-Blanco, J. 1994. Evaluaciones geomorfológicas y de recursos naturales aplicando un sistema de información geográfica (ILWIS). Tesis de doctorado. Facultad de Filosofía y Letras UNAM. 125-151
30. López-Blanco, J. 1998. Sistemas de información geográfica (SIG). conceptos, definiciones y contexto metodológico que involucra su uso. Rev. Quivera, Año 1, Número 0. 27-38.
31. Lugo, H.L. 1989. Diccionario geomorfológico. Instituto de Geografía, UNAM. 337 p.
32. Luna, V. I., L. Almeida L. y J. Llorente B. 1989. Florística y aspectos fitogeográficos del bosque mesófilo de montaña de las cañadas de Ocuilán, Estados de Morelos y México. Univ. Nat. Autón. México Ser. Bot. 59 (1): 63-87.
33. Maass, J.M. y A. Martínez Y. 1990. Los ecosistemas: definición, origen e importancia del concepto. Rev. Ciencias, especial 04, UNAM. 10-14.
34. Márquez, C.O.I. 1986. Contribución al conocimiento de la avifauna en la Sierra del Chichinautzin, Estado de Morelos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, UNAM.
35. Martín del Pozzo, A.L. 1980. Vulcanología de la sierra Chichinautzin. Tesis de maestría en geología. UNAM. México. 131 p.
36. Miranda F. y Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. México, Boletín de la Sociedad Botánica de México, Número 28, septiembre. 2. 29-179.
37. Monroy, M. R. y H. Colín. 1991. Perspectiva ecológica del Estado de Morelos. En: Tapia, U. M. 1991. Primeras jornadas de investigación en el Estado de Morelos. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM. 45-50.
38. Monroy, M. R. y M. Taboada S. 1990. Monografía de los tipos de vegetación del área de protección de flora y fauna silvestre "Corredor biológico Ajusco-Chichinautzin. En: Programa integral de manejo para el área de protección de flora y fauna silvestre y acuática "Corredor Biológico Ajusco-Chichinautzin", Edo. de Morelos, México. Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco y Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 126-141.
39. Monroy, R. y O. Colín. 1990. Carta de vegetación del corredor biológico Ajusco-Chichinautzin. México, UAEM/SEDUE.
40. Mooser, F., A. Montiel y A. Zuñiga 1996. Nuevo mapa geológico de las cuencas de México, Toluca y Puebla. estratigrafía, tectónica regional y aspectos geotérmicos. CFE. 1-64.
41. Moreno-Sánchez, R. 1993. México Supports Diverse GIS efforts. GIS WORLD. 58-60.

42. Ortiz P. M. 1977. Estudio Geomorfológico del Glacis de Buenavista, Estado de Morelos. Boletín No. 8 del Instituto de Geografía, UNAM. México. 25-40.
43. Ortiz, S. C. y H. Cuanalo 1984 Metodología del levantamiento fisiográfico. Colegio de Posgraduados, Chapingo. México. 86 p.
44. Osorio B. O. A., Valiente B., P. Dávila y R. Medina. 1996. Tipos de vegetación y diversidad β en el Valle de Zapotitlán de la Salinas, Puebla, México. Bol. Soc. Bot. México 59. 35-58.
45. Palacio P.J.L y L. Luna G 1993. Sistema de información geográfica. Introducción al manejo de Integrated Land and Water Management Information System (ILWIS), Versión 1.3 Instituto de Geografía, UNAM 65 p.
46. Palacio P.J.L 1982. Análisis geomorfológico de la región de Cuernavaca-Tenancingo-Ixtapan de la Sal, Estados de Morelos y México, Facultad de Filosofía y Letras. División de Estudios de Posgrado. UNAM.
47. Palacios, C.H. R. 1966 Morfología de los granos de polen de árboles del Estado de Morelos. An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Méx., 16: 41-169.
48. Rodríguez-Trejo, D.A. 1998. A brief history of forest fires in Mexico. The Global Fire Monitoring Center, International Forest Fire News, No 19.
49. Rzedowski, R. 1988. Vegetación de México. Editorial Limusa, S.A. de C.V. 432 p.
50. SEDUE, Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988 Metodología para Ordenamiento Ecológico del Territorio Subsecretaría de Ecología, Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica, México. 306 p.
51. SEMARNAP. 1998 Programa de protección contra incendios forestales. Delegación Federal en el Estado de Morelos. Reporte interno
52. SEPLAP. 1985. Geografía física del Estado de Guerrero. Centro de estudios y proyectos estadísticos del Estado de Guerrero. Secretaria de Programación y Presupuesto Gobierno del Estado de Guerrero. 155 p.
53. SPP 1981 Síntesis Geográfica de Morelos. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. México, prensa Madero 110 p.
54. SRH. 1972. Estudio ecológico de la vegetación de la zona de Chapatongo, cuenca del Río Alfajayucan, en el Estado de México. Memorias del estudio Dirección de manejo de cuencas.
55. SRH. 1973a. Cuenca baja del Río Cutzamala, estados de México, Michoacán y Guerrero. Dirección de manejo de cuencas. Programa de inversiones para el desarrollo rural.
56. SRH 1973b. Cuenca del Río Alfajayucan Informe climático preliminar. Dirección de manejo de cuencas. 23 p.
57. SRH. 1973c. Estudios de ordenación de cuencas para la protección de obras hidráulicas en la cuenca del Río Cutzamala, Estado de México, Michoacán y Guerrero. Departamento de Botánica, Instituto de Biología de la UNAM. 30 p.
58. SRH 1973d. Programas de inversión en el rubro social, agrícola, ganadero y pecuario con un enfoque de desarrollo integral de la cuenca, así como de vocación y conservación de suelos y manejo del agua. Dirección de manejo de cuencas.
59. Toscana A., A 1998 Análisis geomorfológico detallado del Volcán Ajusco y zonas adyacentes. Tesis de licenciatura Facultad de Filosofía y Letras Colegio de Geografía. UNAM.
60. Trejo, I. y J. Hernández. 1996 Identificación de la selva baja caducifolia en el Estado de Morelos, México, mediante imágenes de satélite. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía. UNAM. Número especial 5 11-18
61. Tricart, J. y J. Killian. 1982. La eco-geografía y la ordenación del medio natural. Barcelona, España. Serie Elementos Críticos Número 22. 288 p.

62. Urroz-Jiménez, E. 1976. Hacia el manejo integral de una cuenca hidrológica con énfasis en la protección ambiental. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Santiago de Chile.
63. Valencia, A.S. 1995. Contribución al conocimiento del Género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de Guerrero, México. Contribuciones del Herbario de la Facultad de Ciencias, UNAM. Número 1. 154 p.
64. Verstappen y Van Zuidam. 1991. El Sistema ITC para levantamientos geomorfológicos. Publicaciones ITC, Número 10. 28-41.
65. Verstappen, H.T. 1983. Applied Geomorphology (Geomorphological Survey for Environmental Development), Elsevier, Amsterdam. 437 p.
66. Winograd M. 1996. Marco conceptual para el desarrollo y uso de indicadores ambientales y de sustentabilidad para toma de decisiones en latinoamérica y el caribe. CIAT, PNUMA. Pagina en internet.
67. Zuidam, R.A. Van Der. 1986. Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping. Smith Publishers. The Hague, Neth. 52-80.

CARTOGRAFÍA Y FOTOGRAFÍA AÉREA.

1. INEGI. 1985. Milpa Alta E14A49, en escala 1:50 000, carta topográfica.
2. CETENAL. 1984. Milpa Alta E14A49, en escala 1:50 000, carta geológica.
3. CETENAL. 1979. Milpa Alta E14A49, en escala 1:50 000, carta edafológica.
4. CETENAL. 1982a. Cuernavaca E14A59, en escala 1:50 000, carta topográfica.
5. CETENAL. 1982b. Cuernavaca E14A59, en escala 1:50 000, carta geológica.
6. SPP. 1983. Cuernavaca E14A59, en escala 1:50 000, carta edafológica.
7. CETENAL. 1978. Jojutla de Juárez E14A69, en escala 1:50 000, carta topográfica.
8. CETENAL. 1979. Jojutla de Juárez E14A69, en escala 1:50 000, carta geológica.
9. CETENAL. 1976. Jojutla de Juárez E14A69, en escala 1:50 000, carta edafológica.
10. INEGI. 1979a. Ciudad de México E14-2, en escala 1:250 000, carta geológica.
11. INEGI. 1979b. Cuernavaca E14-5, en escala 1:250 000, carta geológica.
12. SPP. 1983. Marco geoestadístico Morelos 17. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
13. INEGI. 1992. Fotografías aéreas 01 a 07, Zona E14-5, en escala 1:75 000, Línea de vuelo 163, marzo.
14. INEGI. 1995. Espaciograma Cuernavaca, en escala 1:250 000.
15. INEGI. 1996. Espaciograma Estatal Morelos, en escala 1:175 000.
16. INEGI-SINFA. 1994. Fotografía 0001 a la 0005 Zona E14-2, en escala 1:75000, Línea de Vuelo 163, 06 de febrero.
17. INEGI-SINFA. 1994. Fotografías 0001 a la 0003 Zona E14-2, en escala 1:75 000, Línea de vuelo 164, 31 de julio.
18. INEGI-SINFA. 1995. Fotografías 01 a 07 Zona E14-5, en escala 1:75 000, Línea de vuelo 164, 11 de noviembre.

62. Urroz-Jiménez, E. 1976. Hacia el manejo integral de una cuenca hidrológica con énfasis en la protección ambiental. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Santiago de Chile.
63. Valencia, A.S. 1995. Contribución al conocimiento del Género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de Guerrero, México. Contribuciones del Herbario de la Facultad de Ciencias, UNAM. Número 1. 154 p.
64. Verstappen y Van Zuidam. 1991. El Sistema ITC para levantamientos geomorfológicos. Publicaciones ITC, Número 10. 28-41.
65. Verstappen, H.T. 1983. Applied Geomorphology (Geomorphological Survey for Environmental Development), Elsevier, Amsterdam. 437 p.
66. Winograd M. 1996. Marco conceptual para el desarrollo y uso de indicadores ambientales y de sustentabilidad para toma de decisiones en latinoamérica y el caribe. CIAT, PNUMA. Pagina en internet.
67. Zuidam, R.A. Van Der. 1986. Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping. Smith Publishers. The Hague, Neth. 52-80.

CARTOGRAFÍA Y FOTOGRAFÍA AÉREA.

1. INEGI. 1985. Milpa Alta E14A49, en escala 1:50 000, carta topográfica.
2. CETENAL. 1984. Milpa Alta E14A49, en escala 1:50 000, carta geológica.
3. CETENAL. 1979. Milpa Alta E14A49, en escala 1:50 000, carta edafológica.
4. CETENAL. 1982a. Cuernavaca E14A59, en escala 1:50 000, carta topográfica.
5. CETENAL. 1982b. Cuernavaca E14A59, en escala 1:50 000, carta geológica.
6. SPP. 1983. Cuernavaca E14A59, en escala 1:50 000, carta edafológica.
7. CETENAL. 1978. Jojutla de Juárez E14A69, en escala 1:50 000, carta topográfica.
8. CETENAL. 1979. Jojutla de Juárez E14A69, en escala 1:50 000, carta geológica.
9. CETENAL. 1976. Jojutla de Juárez E14A69, en escala 1:50 000, carta edafológica.
10. INEGI. 1979a. Ciudad de México E14-2, en escala 1:250 000, carta geológica.
11. INEGI. 1979b. Cuernavaca E14-5, en escala 1:250 000, carta geológica.
12. SPP. 1983. Marco geoestadístico Morelos 17. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
13. INEGI. 1992. Fotografías aéreas 01 a 07, Zona E14-5, en escala 1:75 000, Línea de vuelo 163, marzo.
14. INEGI. 1995. Espaciograma Cuernavaca, en escala 1:250 000.
15. INEGI. 1996. Espaciograma Estatal Morelos, en escala 1:175 000.
16. INEGI-SINFA. 1994. Fotografía 0001 a la 0005 Zona E14-2, en escala 1:75000, Línea de Vuelo 163, 06 de febrero.
17. INEGI-SINFA. 1994. Fotografías 0001 a la 0003 Zona E14-2, en escala 1:75 000, Línea de vuelo 164, 31 de julio.
18. INEGI-SINFA. 1995. Fotografías 01 a 07 Zona E14-5, en escala 1:75 000, Línea de vuelo 164, 11 de noviembre.

GLOSARIO DE TÉRMINOS.

Para la integración de este capítulo se consultaron las fuentes de: Don Leet y Sheldon (1977); Lugo-Hubp, J. (1989); Rzedowski, R. (1988); Maass y Martínez (1990); y artículo 3º de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 1988).

Abanico aluvial	Cono de eyecciones. Forma acumulativa con aspecto de medio cono recostado, inclinado, con al ápice hacia arriba. Se origina en la desembocadura de una corriente montañosa, e una superficie plana o de poca inclinación. El cambio brusco de pendiente provoca que la corriente deposite su carga hacia el frente, expandiéndose.
Altura absoluta	Distancia medida verticalmente entre cualquier punto de la superficie de la Tierra y el nivel medio del océano. Las situadas por encima de este nivel son positivas; por debajo, negativas.
Altura relativa	Distancia vertical medida entre dos puntos.
Aluvión	Depósitos sedimentarios formados por corrientes fluviales en el cauce y llanura de inundación de los valles fluviales. La composición granulométrica y mineralógica, así como las características estructural-texturales varían ampliamente en función del régimen de los ríos, de la resistencia de las rocas a la erosión, de la cuenca hidrológica y de las condiciones geomorfológicas generales. Proviene de ríos de montaña y de planicie; los primeros son característicos los materiales gruesos con predominio de guijarros, con una composición mineralógica heterogénea, mala clasificación, y ausencia de estratificación precisa. Los últimos se caracterizan por una composición mineralógica más regular, incluso oligométrica; cuando las rocas sedimentarias son afectadas por la corrosión, en los horizontes superiores cambia la estratificación de cruzada a débilmente cruzada.
Andesita	Roca ígnea efusiva de composición intermedia, color oscuro, compuesta de cristales de plagioclasas intermedias, minerales máficos y frecuentemente vidrio volcánico. Junto con el basalto forma las masas principales de rocas efusivas en las regiones de vulcanismo joven y actual.
Barranco	Forma lineal negativa del relieve, estrecha, con laderas abruptas, con frecuencia ramificándose hacia la cabecera, con las márgenes carentes de vegetación. En longitud llega a alcanzar algunos kilómetros, y en anchura y profundidad, algunas decenas de metros. Se forman generalmente en rocas incoherentes o fácilmente erosionables, como los loess, tobos y conglomerados, por escurrimiento de temporada de las aguas pluviales y nivales. El término también define a los surcos o cárcavas dispuestas radialmente desde la cima de un volcán hacia su base. Surgen por la erosión de las laderas por las aguas pluviales y nivales,
Basalto	Roca ígnea efusiva de composición básica y color oscuro, consistente principalmente en plagioclasas básicas, augita y con frecuencia olivino. Generalmente es una roca compacta y porosa. Presenta estructuras de derrame; forma mesas de lava de cientos o miles de km ² . Cubre también extensiones gigantescas del fondo oceánico.
Brecha	Roca consistente en detritos gruesos, angulosos, mayores de 10 mm, dispuestos en forma irregular (sin clasificación u orientación) y unidos con cementantes diversos. Por su génesis, pueden ser sedimentarias, kársticas, químicas, volcánicas y tectónicas.
Cabalgadura	Falla inversa de inclinación suave (hasta unos 50°) a lo largo de la cual se produce el desplazamiento de bloques.
Cabecera	Porción de un río que se forma al unirse las escorrentías, las aguas provenientes de manantiales o de pantanos o lagos. El perfil longitudinal presenta un modelado incipiente a causa de la poca cantidad de agua, hay una tendencia constante del río a dominar nuevas superficies, ampliando su cuenca. Muestra las pendientes más fuertes.
Cadena montañosa	Estructura del relieve representada por elevaciones en líneas más o menos rectas, de extensión considerable, con un eje de clara expresión que en su mayor parte coincide con la línea divisoria, a lo largo de la cual se agrupan las alturas mayores.
Caída de rocas	Proceso que consiste en el desprendimiento de rocas en laderas de pendiente mayor de 30°, y su precipitación a desplome o por rodamiento. Es común en formaciones rocosas fuertemente afectadas por el intemperismo físico, sobre todo del tipo de las margas, lutitas, esquistos y otras. A diferencia de los derrumbes, el material desprendido es de un volumen mucho menor.
Caldera	Depresión volcanotectónica que se origina por un colapso, una explosión volcánica o ambos procesos. En plano es de forma circular, ovalada o irregular, en ocasiones limitada por fallas normales anulares o semicircular, escalonadas.

Caldera de explosión	Depresión volcánica de configuraciones redondeadas y grandes dimensiones (más de 2.5 km) que se forma como resultado de grandes erupciones explosivas.
Ceniza	Material piroclástico, el más fino que arrojan los volcanes en sus explosiones. Se considera que puede originarse de la disgregación de la lava en fragmentos pequeñísimos, o, bien, pueden ser gotas de lava solidificadas. Se pueden depositar a cientos y miles de kilómetros del lugar de la erupción, formando horizontes bien marcados.
Conglomerado	Roca de material detrítico consistente, esencialmente, en guijarros cementados en una matriz de material más fino: limo, arena, grava. El cementante generalmente es óxido de hierro, carbonates, material limoso y, raras veces, sílice.
Cono volcánico	Cono volcánico, Cono cinerítico.
Cuenca	Es una porción de la tierra firme con un sistema centripeto de laderas y corrientes fluviales. Se denomina con más precisión cuenca fluvial o hidrológica. Está definida por divisorias desde las cuales escurren aguas superficiales o subterráneas hacia un río principal. La cabecera de una cuenca fluvial montañosa presenta un canal con afluentes pequeños.
Denudación	Erosión.
Derrumbe	Es el proceso de desprendimiento de una masa de rocas y su desplazamiento laderas abajo. Es causado por una grieta o un sistema de grietas que se convierten en planos de deslizamiento. Se produce generalmente en laderas empinadas, de más de 20°; están constituidos por materiales no consolidados producto del intemperismo o de origen volcánico.
Deslizamiento	Movimiento lento de una masa de suelo o suelo y rocas en una ladera de más de 15° grados de inclinación, plano sobre el cual resbala. Se favorecen por infiltración de agua y contactos de rocas inclinadas en la dirección de la pendiente de la ladera.
Dolomia	Roca sedimentaria constituida por dolomita. Puede ser karstificada.
Dolomita	Mineral formado de carbonato doble de calcio y magnesio
Domo	Elevación en forma de arco redondeado, más o menos isométrica. La longitud es igual a la anchura, o la supera, pero no más de dos veces. Las dimensiones pueden ser diversas, alcanzando en sección transversal algunas decenas de km.
Escarpe	Ladera abrupta o a desplome, de altura variable, que puede formarse por distintas causas: tectónicas, por la abrasión (erosión marina), por procesos gravitacionales, glaciales, tecnógenos.
Escoria volcánica	Fragmentos de lava esponjosos arrojados por el cráter durante las erupciones volcánicas, que se enfrían en el aire. Se forman de magmas fluidos de los cuales se desprenden fácilmente los gases.
Falla	Plano o zona de ruptura en el sustrato rocoso a lo largo de la cual se produce un desplazamiento. Los tipos principales son: normal, inversa, de desplazamiento horizontal, y de desplazamiento lateral. Las dimensiones de los desplazamientos varían de algunos centímetros de longitud hasta las de fallas profundas que cortan toda la corteza terrestre.
Falla normal	Aquella en que el bloque del alto se desplazó hacia abajo con respecto al bloque del bajo, a lo largo del plano inclinado de la falla.
Flujos piroclásticos	Término de uso general para corrientes de alta temperatura, de materiales volcánicos que se forman por nubes ardientes y avalanchas. Normalmente se originan por el colapso de una columna pliniana o están asociados a domos, aunque existen otros tipos originados por fisuras concéntricas.
Formación del relieve	Creación de las formas de la superficie terrestre por acción de procesos endógenos y exógenos y sus agentes (de la morfogénesis).
Formas del relieve	Elementos de la superficie terrestre que se definen por su constitución y características geométricas. Se clasifican en función de diversos parámetros.
Gelifracción	Proceso de destrucción de las rocas que tienen lugar en regiones donde las variaciones de temperatura en el día son de más y menos de 0°C. El agua de fusión de la nieve y el hielo, que se forma durante las horas más cálidas del día, escurre por las grietas de las rocas donde se congela por las noches aumentando de volumen. De esta manera, actúa como una cuña favoreciendo la separación de detritos de las masas rocosas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Geomorfología	Ciencia geológico – geográfica que estudia que estudia el relieve terrestre; su estructura, origen, historia de desarrollo y dinámica actual.
Gradiente térmico	Calor de disminución de la temperatura que se produce conforme aumenta la altura sobre el nivel del mar. Es, en promedio de 0.65°C por cada 100 m, manteniéndose en apariencia constante hasta la tropopausa, en la base de la troposfera, donde la temperatura permanece estable.
Intemperismo	Proceso de transformación y destrucción de los minerales y las rocas en la superficie de la Tierra, a poca profundidad, bajo la acción de los agentes físicos, químicos y orgánicos.
Karst	Conjunto de fenómenos relacionados con la actividad del agua (superficial y subterránea) que se expresan por la formación de cavidades a causa de la disolución de las rocas. Las cavidades son de formas y tamaños diversos. Para que se desarrolle el Karst es necesaria una superficie plana o débilmente inclinada, un espesor significativo de rocas capaces de desarrollar la formación, Y un nivel bajo de las aguas subterráneas.
Ladera	Porción inclinada de la superficie terrestre que delimita formas positivas y negativas.
Lahar	Término indonesio que se refiere a una corriente de lodo que surge en las laderas de un volcán. Contiene detritos de todos tamaños, generalmente angulosos y principalmente de origen volcánico; son desplazados bajo la acción de la fuerza de la gravedad.
Lava	Masa fundida, generalmente silicatada, de líquida a semisólida que asciende a la superficie terrestre durante las erupciones de los volcanes. Al enfriarse origina rocas volcánicas. Las temperaturas de la como masa fundida varían en función de su composición química y su contenido de gases, y se han medido entre 700 y 1 200°C.
Lomeríos	Relieve que se origina por la disección de una planicie inclinada (de piedemonte) o por la nivelación de montañas. De esta manera, puede ser resultado directo de procesos endógenos que condicionan una acción erosiva. También se refiere a las márgenes de sistemas orogénicos en los que, por movimientos débiles de levantamiento, se forman elevaciones marginales.
Lapilli	Fragmentos rocosos de 4 a 32 mm de diámetro, que pueden constituir partes de ceniza, arenas, escoria, pómez u otros materiales incandescentes, arrojados durante las erupciones volcánicas explosivas.
Malpaís	Terreno extenso de superficie escabrosa, constituido por detritos rocosos o lavas,
Mapa	Representación, en un plano, de la superficie de la Tierra (toda o parte), de otro planeta o de cualquier fenómeno concreto o abstracto localizado en el espacio. Siempre tiene una escala que expresa un equivalente teóricamente preciso, entre las dimensiones territoriales reales y las del mapa.
Mesa	Amplia elevación de cima plana, compuesta por rocas tubulares o débilmente dislocadas
Morfogénesis	Origen de las formas del relieve de la superficie terrestre en relación con la historia de su desarrollo.
Piedemonte	Superficie marginal a las montañas, de las que se distingue por una pendiente y alturas considerablemente menores. La forma y estructura son diversas: a) constituido por el sustrato rocoso, con una capa delgada de material no consolidado, en relieve de lomeríos, cuesta, meseta, superficie escalonada; b) consistente en capas potentes de sedimentos, principalmente proluviales: conos de eyecciones, coalescentes, a manera de un manto de perfil ligeramente convexo o disecado por barrancos. Las rocas que subyacen al piedemonte pueden ser de la misma edad que las de las montañas, o más jóvenes y, por lo mismo, menos deformadas.
Piroclastos	Fragmentos rocosos, tales como ceniza, arenas, entre otros, arrojados durante las erupciones volcánicas explosivas. En conjunto originan tobas, brechas y otras rocas. Por su trabajo y forma pueden ser bombas (mayores de 32 mm, redondeadas), bloques (mayores de 32 mm, angulosos), lapilli (4 a 32 mm), arenas (0.25 a 4 mm), cenizas (menores de 0.25 mm). Incluyen también escoria, pómez y otros materiales.
Plegamiento	Arqueamiento o deformación de las rocas provocado fundamentalmente por procesos endógenos, en ocasiones exógenos. Puede ser de las más diversas magnitudes tanto en extensión lineal como en ángulo de deformación.
Pómez	Roca ígnea, vítreo porosa, de origen volcánico, que se forma durante las erupciones por un rápido enfriamiento de los magmas ácidos o intermedios saturados de vapores y gases. Estas rocas se originan junto con cenizas y tobas volcánicas.
Procesos de ladera	Fuerzas que modelan las formas locales por el desplazamiento de material no consolidado

**TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN**

Procesos formadores del relieve	Manifestaciones totales de la morfogénesis que pueden ser endógenos o exógenos
Procesos geológicos	Los que alteran la composición, estructura y relieve de la Tierra. La historia se construye esencialmente por sus resultados impresos en la composición y estructura de la corteza terrestre o en los cambios del relieve. Las estructuras tectónicas y magmáticas se forman por los procesos endógenos, y las rocas sedimentarias por el predominio de los exógenos.
Raster	Matriz de puntos
Relicto	Planta o comunidad vegetal bien representada en otras épocas, pero escasa en la actualidad.
Relieve	Conjunto de todas las formas de la superficie terrestre, en una porción específica de la misma o en toda. Se forma por la interacción de los procesos endógenos y exógenos en la corteza terrestre.
Reptación	Desplazamiento lento de las partículas de un suelo. Se produce por las variaciones de la temperatura y la humedad. En el primer caso, al sufrir dilatación, en un plano inclinado de 10 a 35°, tienden a desplazarse por influencia de la gravedad, e igual al sufrir contracción. Las partículas se desplazan fracciones de milímetro. La humedad contribuye al incrementar la plasticidad del suelo. Otro factor que influye en el desplazamiento es el congelamiento y deshielo del agua del suelo. Se han calculado velocidades de desplazamiento de 0.2 a 1.0 cm en un año.
Riolita	Roca ígnea efusiva, ácida, de color claro, equivalente al granito (intrusiva). La matriz generalmente es vítrea, con poca frecuencia criptocristalina. Consiste principalmente en vidrios, cuarzo, feldespato alcalino y plagioclasa. En el relieve origina derrames de lava, domos volcánicos y acumulaciones de cenizas.
Sinclinal	Pliegue cóncavo de capas de roca, cuyo núcleo está compuesto por las capas más jóvenes. Generalmente presenta las capas de los bancos con inclinación hacia el eje. En los sinclinales en abanico, las capas de los flancos inicialmente tienen inclinación con rumbos diversos, y después se unen. En los pliegues invertidos y recostados las inclinaciones de las capas siguen un mismo plano.
Soliflucción	Movimiento lento de suelos constituidos por material fino, sobresaturado de agua
Tectonismo	Movimiento, deformación y desarrollo de la corteza terrestre y el manto superior que determina la evolución de la tierra.
Tipos de relieve	Conjunto de formas de la superficie terrestre que presenta rasgos externos homogéneos en cuanto a génesis y edad. Esto es, se forman en las mismas condiciones tectónicas y de procesos exógenos. El menor cambio de uno de sus componentes provoca la formación de un nuevo tipo de relieve. Pero si la diferencia es sólo en el aspecto externo, entonces los nuevos tipos de relieve pertenecerán a la misma serie genética de formas (Por ejemplo, un relieve de lomeríos morrénicos y una planicie morrénica); si la diferencia es en edad, entonces hay distintas generaciones del relieve, pero con un mismo aspecto y génesis; si la génesis es diversa, pero con semejanza del aspecto externo, entonces el nuevo tipo de relieve, va a pertenecer a una misma generación y al mismo tipo de desarrollo. Por cuanto en la naturaleza puede encontrarse una gran cantidad de combinaciones de condiciones, son de especial importancia las características geológicas locales y el medio geográfico, una combinación compleja de la actividad de los procesos formadores del relieve (génesis); entonces, la cantidad posible de formas es muy numerosa. Para la elaboración de mapas geomorfológicos se clasifica el relieve en los tipos siguientes: 1. Endógeno: 1.1. Tectónico; 1.2, volcánico; 2. Endógeno modelado: 2.1, en rocas sedimentarias y metasedimentarias; 2.2, en rocas magmáticas; 3. Exógeno: 3.1, de laderas (debido a procesos gravitacionales); 3.2, deluvial; 3.3, fluvial; 3.4, kárstico; 3.5, criógeno; 3.6, glaciario; 3.7, fluvio-glaciario; 3.8, edáfico; 3.9, orgánico; 3.10, lacustre; 3.11, marino; 3.12, antrópico.
Volcanes escudo	El de tipo central que se forma por repetidas erupciones de lavas fluidas. Su forma característica es de un escudo suave con laderas de pendientes de 7 a 8 grados en la porción superior y de 3 a seis grados en la inferior. En la cima se disponen los cráteres, con aspecto de hoyas amplias con paredes empinadas, frecuentemente verticales.

