

2.3. MEDIO FÍSICO NATURAL

2.3.1. Caracterización y análisis del subsistema natural

2.3.1.1. Caracterización del paisaje

Para un mejor conocimiento y entendimiento de las interacciones entre los organismos y su entorno físico en un espacio geográfico definido, se hace necesario abordar los inventarios de biodiversidad de manera integral. Este enfoque se fundamenta en el hecho de que existen algunas variables ambientales (clima, relieve, hidrología y suelos, entre otras) que crean patrones de paisajes, y, consecuentemente, estos a su vez afectan la distribución espacial, composición y abundancia de los organismos. Por lo antes mencionado en este apartado se pretende describir las diferentes características de biodiversidad identificadas en zonas homogéneas, que en base a sus variables presentadas son denominadas paisajes.

2.3.1.2. Identificación de unidades morfopedológicas

La caracterización del paisaje y las unidades que lo conforma se obtienen a partir de identificar las propiedades edafológicas y geomorfológicas de la superficie de la zona conurbada de Jojutla para ello se utilizaron las cartas 1:50,000 de INEGI para agrupar de manera consistente las unidades morfopedológicas de acuerdo a los criterios aprobados por el Grupo Interinstitucional de Ordenamiento Territorial (2000).

FISIOGRAFÍA

En el estado de Morelos existen solamente afloramientos de rocas ígneas y sedimentarias. Las rocas volcánicas son las más jóvenes y las más abundantes.

Las estructuras geológicas más notables son las constituidas por los aparatos volcánicos y sus grandes espesores de lava.

El estado de Morelos queda comprendido dentro de dos provincias geológicas: la del Eje Neovolcánico y la de la Sierra Madre del Sur.

Provincias fisiográficas

- Provincia Eje Neovolcánico:

Dentro de esta provincia se ubica dos subprovincias: Lagos y Volcanes de Anahuac y Sur de Puebla.

- Provincia de la Sierra Madre del Sur:

Esta provincia abarca el estado de Guerrero y parte de los Estados de Jalisco, Colima, Michoacán, México, Morelos, Puebla, Oaxaca y Veracruz, y de acuerdo



con la *Monografía Geológico Minera del Estado de Morelos* emitida por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y la Coordinación General de Minería, es considerada como la más compleja y menos conocida del país.

En este ámbito los municipios que integran el área de estudio de la Zona Conurbada de Cuernavaca, la cual incluye a la Zona Metropolitana se ubican en dos subprovincias: Sierras y Valles Guerrerences y en la conocida como Lagos y Volcanes de Anahuac.

Subprovincia sierras y valles guerrerences (provincia sierra madre del sur)

De acuerdo con la *Monografía Geológico Minera del Estado de Morelos* emitida por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y la Coordinación General de Minería la provincia de la Sierra Madre del Sur abarca el estado de Guerrero y parte de los Estados de Jalisco, Colima, Michoacán, México, Morelos, Puebla, Oaxaca y Veracruz, y es considerada como la más compleja y menos conocida del país.

Como ya se menciona la subprovincia esta subdividida en varias subprovincias y dentro del Estado de Morelos quedan comprendidas áreas que corresponden a una sola subprovincia: La de Sierras y Valles Guerrerences.

Esta subprovincia ocupa 2,148.33 km², que representan aproximadamente el 43.33 % del territorio estatal, e incluye 12 municipios entre los que se encuentran Emiliano Zapata, Jiutepec, Temixco y Xochitepec, y parte de los municipios de Cuernavaca y Yautepec, además de una pequeña porción del municipio de Tepoztlán.

En esta zona algunos de los sistemas montañosos tienden a orientarse en dirección norte – sur, al contrario de la tendencia general de la provincia que es este – oeste. Como son los casos siguientes:

- Los lomeríos surcados por cañadas sobre las laderas de la sierra del Ajusco,
- Las sierras escarpadas calcáreas del noreste de la subprovincia,
- La llanura aluvial con lomeríos del valle del río Yautepec,
- La llanura aluvial que se extiende al sur de Cuernavaca (Desde Emiliano Zapata hasta Jojutla); y
- La gran meseta calcárea con cañadas que se extiende desde las ruinas de Xochicalco hasta Tehuixtla.

Esta última que presenta sus escarpes sobre la margen septentrional del río Amacuzac, tiene la particularidad de presentar algunos destacados rasgos cárscicos, donde se encuentran las lagunas – dolinas con lomeríos que va de 900 a 1,200 msnm, y que está constituida por aluviones antiguos erosionados.

Subprovincia Lagos y Volcanes de Anahuac (Provincia Eje Neovolcánico)

De acuerdo con la misma fuente esta subprovincia abarca todo el norte y este del Estado, y cubre 15 municipios entre los que se encuentra Huitzilac, y parte de los municipios de Cuernavaca, Tepoztlán, Yautepec, Ayala y Tepalcingo. El área que ocupa la subprovincia es de 2,204.132 km², lo que representa el 44.45 % respecto al total estatal.

Esta subprovincia está constituida por la gran sierra volcánica del Ajusco (Axochco), que va del límite meridional de la sierra de Las cruces (estado de México – D.F.), extendiéndose al oriente hasta las proximidades del Popocatepetl. El volcán Chichinautzin es el más elevado, dentro del estado de Morelos, con 3,450 m.s.n.m. Un rasgo destacado en la zona es el de la sierra de laderas escarpadas del Tepozteco, formado por la intensa erosión de material de lahar.

En el extremo nororiental, los límites estatales se extienden en una franja angosta por las faldas del Popocatepetl hasta el cráter del volcán, a los 5,465 m.s.n.m., cuya pequeña área queda compartida entre este Estado, el de México y el de Puebla. Otra unidad de gran importancia en esta subprovincia es el gran llano de Iomeríos a 1,250 m.s.n.m. que se extiende desde Yautepec hasta Axochiapan, cuya población más importante es Cuautla

TOPOFORMAS

Las formas y estructuras del relieve que se encuentran en la zona de estudio pertenecen a tres grupos: endógeno, endógeno modelado y exógeno, que se subdividen en los siguientes tipos específicos de topoformas.

- Relieve endógeno volcánico acumulativo de conos cineríticos, de edad cuaternario pleistocénico. Esta geoforma se localiza en su inmensa mayoría en el norte de Morelos, como resultado de una extraordinaria actividad volcánica que se tradujo en una acumulación masiva de lava y tefra. Integra una de las porciones del país, incluso del Sistema Volcánico Transversal, con mayor concentración de volcanes jóvenes.
- Relieve endógeno volcánico acumulativo, de coladas lávicas y domos basálticas, riolíticas y andesíticas, de edad cuaternaria reciente. Esta forma de relieve está representada por derrames de lava basálticas, que conservan su aspecto original. Se ubican alrededor de centros eruptivos. Cubren materiales preexistentes de diversa naturaleza geológica. Entre las principales coladas de Morelos están: La Gloria y El Tabaquillo que provienen de los aparatos volcánicos situados en las inmediaciones del Parque Nacional Lagunas de Zempoala; la denominada Loma Malpaís, que debe su origen a un derrame de fisura en Yecapixtla, como lo demuestra su fractura, que corre de noreste a suroeste; la colada “Aa”, situada al sureste del volcán La Herradura en el llamado “Texcal”, que abarca parte de los municipios de Cuernavaca, Jiutepec,

Tepoztlán y Yautepec.

- Relieve endógeno volcánico acumulativo de laderas lávicas basálticas, riodacíticas y andesíticas de edad cuaternario pleistocénicas. Estas laderas son relativamente jóvenes, comúnmente están coronadas por conos cineríticos. Presentan pendientes suaves que descienden de un área montañosa con extenso flanco. Se sobreponen a rocas sedimentarias mesozoicas. Tienen una disección débil y erosión nula, debido a la vegetación de bosque templado que las cubre y a su corta edad geológica. Las geoformas hasta ahora descritas, se ubican en la región norte de Morelos.
- El relieve endógeno modelado, de ladera volcánica con erosión fuerte, constituido por brechas y tobas, queda representado por los depósitos vulcanoclásticos que constituyen la formación Tepoztlán, localizada en los alrededores del poblado del mismo nombre, así como al noroeste de Morelos.
- Relieve endógeno modelado, de ladera volcánica con erosión de moderada a fuerte, constituido por rocas basálticas, andesíticas, riodacíticas y riolíticas. Esta geoforma terciaria se localiza en las sierras volcánicas de edad anterior al Cuaternario, como la sierra de Zempoala al noroeste; la sierra de Huautla al sureste; la sierra de Buenavista al suroeste; y una parte del Popocatepetl. Se distingue por presentar un moderado grado de disección, tanto en densidad como en profundidad.
- Relieve endógeno modelado, de montañas de plegamiento con erosión leve constituidas por rocas calcáreas, cretácicas, plegadas. Estos plegamientos forman la serranía de Yautepec que dividen la entidad en dos y que van de norte a sur.
- Relieve exógeno erosivo, de “karst”. Este tipo morfológico del cuaternario, se ha desarrollado en la depresión relativa del suroeste de la entidad, está constituido por calizas (carbonato de calcio), dolomitas (carbonato de calcio y magnesio) y, en menor cantidad, mármol (roca metamórfica relacionada con las anteriores). Estas rocas, por su composición mineralógica influyen en la existencia de dolinas como las de Alpuyeca, así como en el desarrollo de grutas “kársticas” como la ubicada dentro del balneario de Palo Bolero en el municipio de Xochitepec.

GEOLOGÍA

El área conurbada de Cuernavaca queda comprendida dentro de dos provincias geológicas: la del Eje Neovolcánico y la de la Sierra Madre del Sur, ésta última comprendida en la porción de la cuenca del río Balsas-Mezcala.

- **Eje Neovolcánico**

Esta provincia cubre la mayor parte de la zona de estudio, desde el norte al sureste. Limita al sur y occidente con la cuenca del Balsas (subprovincia de la Sierra Madre del Sur).

Estratigrafía

Las rocas más antiguas en el Eje Neovolcánico son las ígneas extrusivas de composición intermedia (andesitas) y datan posiblemente del Terciario Medio.

Subyaciendo a las rocas intermedias afloran rocas sedimentarias clásticas (areniscas-conglomerado), así como un complejo volcánico constituido por diferentes tipos de rocas ígneas, como son: riolitas, tobas, brechas volcánicas y basaltos. Estos últimos tienen una extensión que cubre prácticamente toda esta provincia y corresponden al Cuaternario. Por su parte, los rellenos de los valles están formados por depósitos aluviales de este mismo período y son notables las estructuras formadas por las rocas volcánicas.

El Popocatepetl en la región noreste es una de las más grandes y características, además existe un gran número de conos cineríticos y brechoides que sobresalen del grueso paquete de lavas que forman las sierras que separan la cuenca de México de la del río Balsas.

- **Sierra Madre del Sur**

Esta provincia cubre la porción central y suroeste del área de estudio y limita al norte y oriente en el Eje Neovolcánico.

Estratigrafía

En esta provincia afloran las rocas más antiguas de Morelos, que son las del Cretácico Inferior, desde el punto de vista litológico están clasificadas como calizas de ambiente marino.

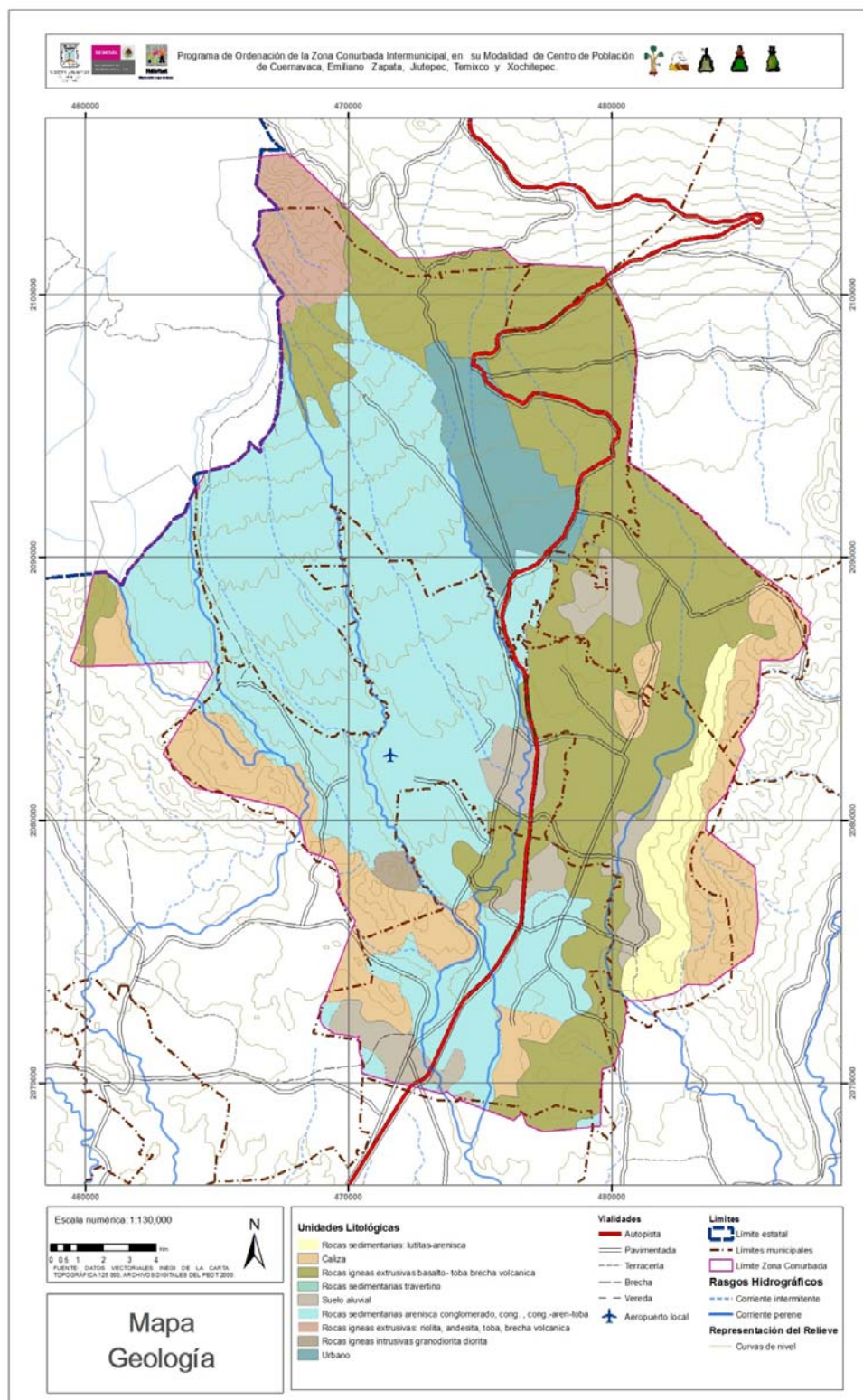
El Cretácico Superior está representado por una secuencia interestratificada de areniscas y lutitas; del Cenozoico afloran tanto rocas sedimentarias clásticas (de ambiente continental, clasificadas litológicamente como areniscas interdigitadas con conglomerados), como rocas volcánicas (de composición diversa ya que existen derrames de andesitas, riolitas, tobas, brechas volcánicas y derrames de basalto) que cubren discordantemente a las rocas del Cretácico. Asociados a las

rocas volcánicas existen algunos pequeños cuerpos intrusivos que afectan a las rocas cretácicas y producen una mineralización.

Son del Cuaternario las rocas volcánicas basálticas, de las que se observan bien preservadas las estructuras, así como los rellenos de valles aluviales.

Las estructuras más importantes de las rocas de esta provincia son, son en primer lugar, los pliegues producidos en las rocas cretácicas, originadas por perturbaciones orogénicas de fines del Cretácico y principios del Terciario. Estructuralmente pueden describirse como anticlinales y sinclinales recostados, con ejes en dirección hacia el norte y noreste; estas estructuras se proyectan sepultadas bajo rocas clásticas y rocas ígneas extrusivas del Cenozoico. Otros rasgos estructurales importantes son las fallas que afectan con dislocaciones diferentes a las rocas cretácicas y terciarias, así como los conos cineríticos y sus derrames lávicos, los cuales se encuentran asociados a fracturas profundas que han permitido la extravasación de grandes paquetes de rocas ígneas. También son característicos de esta provincia algunos hundimientos de zonas cavernosas (dolinas), debidos, toba y andesita, que son las más antiguas y abundantes. En menor proporción conforman el suelo roca sedimentaria como las areniscas, calizas y conglomerados que presentan brechas volcánicas. En proporción más baja se encuentra roca de origen químico que presenta gran permeabilidad y resultan complejas para la captación de humedad del suelo y la formación de depósitos acuíferos.

En resumen, la composición geológica la conforman valles y llanuras, predominando las arcillas al centro sur, centro oriente y sur de la zona, planicies en que predomina la roca basáltica de origen ígneo extrusivo al oriente y las tobas de origen ígneo conocida como "tepetate" al centro norte, norponiente y surponiente de la Zona Conurbada conformada por barrancas y lomeríos.



EJE NEOVOLCÁNICO				
Edad	Periodo	Litología	Clave	Ubicación
Cenozoico	(Q) Cuaternario	Suelos: Aluvial	(S)	Yautepec
	(T) Terciario	Rocas ígneas extrusivas: Basalto Toba Brecha volcánica	(lge)	Tres Marías, norte y oriente de Cuernavaca y Tepoztlán
		Rocas ígneas extrusivas: Andesita Riolita Toba Brecha volcánica	(lge)	Oeste de Huitzilac

Fuente: Síntesis Geográfica de Morelos. SPP. INEGI

SIERRA MADRE DEL SUR				
Edad	Periodo	Litología	Clave	Ubicación
Cenozoico	(Q) Cuaternario	Suelos: Aluvial	(S)	Tlahuapan, Acatlipa, suroeste de Tezoyuca Y Tepetzingo
		Rocas ígneas extrusivas: Basalto Toba Brecha volcánica	(lge)	Jiutepec, Emiliano Zapata, Chiconcuac, sureste y suroeste de Atlacholoaya y oeste de Yautepec
	(T) Terciario	Rocas sedimentarias: Arenisca – conglomerado Conglomerado Conglomerado Arenisca - Toba	(CI)	Oeste de Cuernavaca Temixco y sur de Xochitepec
		Rocas ígneas intrusivas: Granito Diorita	(lgi)	Noreste de Xochitepec
Mesozoico	(K) Cretácico	Rocas sedimentarias: lutitas-areniscas	(CI)	Oriente de Emiliano Zapata
		Caliza	(Quim)	Oeste de Xochitepec y sur de Jiutepec, Sur, este, oeste y sureste de Yautepec

Fuente: Síntesis Geográfica de Morelos. SPP. INEGI

ZONAS MINERAS¹

En la Zona Conurbada Metropolitana de Cuernavaca se ubican tres zonas mineras, mismas que se describen a continuación:

- Zona minera de Yautepec
- Zona minera de Jiutepec – Emiliano Zapata
- Zona minera de Tepetzingo

Zona Minera de Yautepec

Esta zona se encuentra en la porción central del estado de Morelos, que queda comprendida entre las coordenadas geográficas 18°51' y 19°00' de latitud norte y 98°58' y 99°06' de longitud oeste. Su altitud sobre el nivel del mar varía de 1,200 m a 1,800 metros. Dentro de éstos límites se encuentran los poblados de Yautepec, Tepoztlán y Tlayacapan, que forman parte de la zona metropolitana de Cuernavaca, así como también los poblados de Oacalco, Oaxtepec, Cocoyoc y Los Arcos.

Aun cuando las rocas ígneas extrusivas predominan en la zona minera de Yautepec, tienen menos importancia económica que las calizas de la Formación Cuautla. La Formación Balsas se presenta como pequeños remanentes en la estructura sinclinal mencionada, al sureste de los Arcos. Las rocas ígneas están representadas por la Formación Tepoztlán y el Grupo Chichinautzin, el cual forma enormes derrames orientados norte-sur que cubren, en gran parte a la primera.

Zona Minera de Jiutepec-Emiliano Zapata

Forma parte de la región minera de Cuernavaca, se encuentra en la porción centrooccidental del estado de Morelos, teniendo como coordenadas geográficas 18°49' y 18°54' de latitud norte y 99°10' y 99°15' de longitud oeste. Tiene como poblados importantes las cabeceras municipales de Jiutepec, Emiliano Zapata y Temixco, y los poblados de Acatlipa, Tres de Mayo, Alta Palmira y CIVAC.

El marco geológico de esta zona consiste en afloramientos de la triada de formaciones cretácicas (Formaciones Morelos, Cuautla y Mexcala) y un afloramiento muy pequeño de la Formación Balsas entre las cabeceras municipales de Jiutepec y Emiliano Zapata y un afloramiento grande de la Formación Mexcala en el extremo suroriental que pertenece al flanco occidental del cerro negro. El resto de la zona está cubierta por los sedimentos clásicos continentales de la Formación Cuernavaca y los derrames piroclásticos del grupo Chichinautzin.

En el cerro Sarnoso, localizado al sur de Jiutepec, que parcialmente esta invadido

1. Monografía Geológico Minera del Estado de Morelos. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Coordinación General de Minería.

por el desarrollo urbano de dicho poblado, consiste esencialmente en calizas de la Formación Cuautla, que se presentan en capas de rumbos prácticamente noreste suroeste y echado de 30° a 40° hacia el sureste. Los espesores de las capas varían de unos 20 cm hasta más de 2 metros y exhiben una variedad de tonos de gris y manchas de óxidos de hierro a lo largo de las fracturas. El cerro de la Calera Chica que se ubica al sur del cerro anterior contiene estratos de la Formación Morelos, además de contener estratos conglomerados de la Formación Balsas

Zona Minera de Tepetzingo

La zona minera de Tepetzingo, que forma la parte meridional de la región minera de Cuernavaca, se encuentra en la porción centrooccidental del estado de Morelos; está delimitada por las coordenadas geográficas 18°45' y 18°49' de latitud norte y 99°10' y 99°15' de longitud oeste. Tiene como poblados importantes la cabecera municipal de Xochitepec, y los poblados de Tepetzingo, Tezoyuca, Chiconcuac, Tetecalita y Acatlipa.

Al norte del poblado de Tepetzingo, se ubica la planta de Cementos Moctezuma con una capacidad instalada de 2,400 ton/día. Los dos bancos de materia prima que se utiliza en esta planta, se encuentran inmediatamente al este de la planta, en la parte media del centro Cueva del Aire, que forma parte de la sierra Montenegro. El banco inferior se explota de la Formación Mexcala, mientras que el tajío superior se ha excavado en la formación Cuautla.

OROGRAFÍA

Orográficamente cada municipio que integra a la zona conurbada de Cuernavaca presenta diversas formas de relieve; como zonas accidentadas, zonas semiplanas y zonas planas constituidas por mesetas y valles.

El municipio de Cuernavaca tiene la prolongación de los cerros del Ajusco que forman lomeríos, cuyo tamaño depende de la dirección que tienen las principales barrancas que le cruzan y que son: la barranca del Tecolote, la del Túnel o del Diablo y la loma de Amanalco.

La Loma occidental es una prolongación de los cerros de Tetela y Atzingo, que forman una serie de columpios que terminan en la barranca del Salto.

Las principales alturas son: Los cerros de Zempoala, el del Campanario, el de Aire, al que conforman la serranía de Chalma y Ocuila. Al oriente tenemos la serranía de Tepoztlán y el cerro de la Herradura.

Se presentan tres formas de relieve, zonas accidentadas que cubren el 24.2% del terreno, al centro, al oeste y norte del municipio; zonas semiplanas con una extensión de 70.7% del terreno, al centro-oriental del municipio, y las zonas planas que abarcan el 5.1% del terreno, al sureste y suroeste del municipio.

Tepoztlán, dentro del municipio, encontramos alturas que van de los 3,000 a los 1,500 m; La parte norte está cubierta por las faldas de la serranía del Ajusco, las alturas más importantes son los cerros Zohuaquillo, Otlayucan, Quimixtepec, Chichinautzin, El Cematzin, El Yehualtecatl, y en la parte sur, el cerro Barroga con altura de 1,570 m. Las zonas semiplanas se localizan en la mayor parte del municipio; cubriendo el 54% del terreno y las zonas planas se localizan en el centro y sureste que abarca el 26% de la superficie.

El municipio de Huitzilac se encuentra ubicado dentro de una gran concentración montañosa donde sus alturas fluctúan entre los 3,250 y los 2,250 metros, el cerro de la manteca de 3,250 metros; el de Tezoyo sobre los 3,150 metros; el de Tepeyahualco y el de Tuxtepec ambos de 3,250 metros; el de Zacolocohaya, el de Mirador, el de Piedra Quila, el de Zempoala el Ojo de Arezacapa, todos en la cota de los 3,000 metros. En la parte central del municipio se encuentra el cerro de Tres Marías que alcanza los 3,250 metros de altura. Las zonas accidentadas se localizan al suroeste del municipio y algunos manchones en el resto de la superficie. Las zonas semiplanas se encuentran al norte y al centro, las zonas planas se hallan en pequeñas partes ubicadas en el centro formadas por pequeñas mesetas en lo alto de la sierra.

El municipio de Temixco tiene alturas que van de los 1,200 a 2,300 metros, está formado por una serie de lomeríos que forman cuencas. Los cerros más importantes son los del aire, Ajuchitlán, La Culebra y Colotepec. En el municipio, se presentan 3 formas de relieve a saber: zonas accidentadas que cubren el 35% del terreno y se localizan al oeste; zonas semiplanas con una extensión de 45% del municipio ubicadas hacia el centro y el este; y las zonas planas que abarcan el 20% de la superficie en el este y el sureste del municipio.

En el municipio de Jiutepec, el terreno en su mayoría es plano, pero al norte con el nombre de Texcala de Tejalpa, en las depresiones de lava se encuentra la laguna de Acolapan, las aguas se resumen en el mismo lugar y van a aflorar en una grieta basáltica de San Gaspar.

Emiliano Zapata se encuentra dentro de la formación de las depresiones de los cerros de San Gaspar, El Monte Negro, Acatlipa y Tucumán; en su extremo norte está el cerro pelón, en los 2 grandes lomeríos que forman las barrancas de Tetecala y San Vicente existen planicies. Las zonas accidentadas cubren el 12% del territorio, las zonas semiplanas cubren el 8% y las zonas planas el 80%.

El municipio de Xochitepec se encuentra dividido orográficamente por algunas prominencias aisladas como los cerros de Xochitepec y el de Colotepec ambos al poniente y situados en la cota de los 1,250 msnm.; En la parte sur se localiza el cerro de Atlacholaya y la loma del mirador sobre la cota de los 1,000 metros. Las zonas accidentadas abarcan aproximadamente el 25% de la superficie, las áreas semiplanas el 33% y las planas abarcan aproximadamente el 41%; las zonas

accidentadas se localizan en la parte central oeste y sureste del municipio principalmente y están formadas por los cerros de Colotepec, El Jumil, Las Flores, Acatlipa y la corona. Las zonas semiplanas se localizan en el este y sur del municipio.

Al oriente del municipio de Yautepec está la cordillera del cerro de las Tetillas que alcanza 1,634 metros de altura, igualmente se encuentra el cerro del Pericón con 1,500 metros; al sur se localiza el cerro de Montenegro de 1,600 metros; al poniente el cerro de la iglesia vieja con 1,200 metros y el cerro de calderón que separan los valles de Amilpa y de Yautepec. Las zonas accidentadas cubren el 14% del territorio al poniente y al sur; las zonas semiplanas con el 25% al norte, poniente y parte del sur, y las zonas planas en el centro con el 60%.

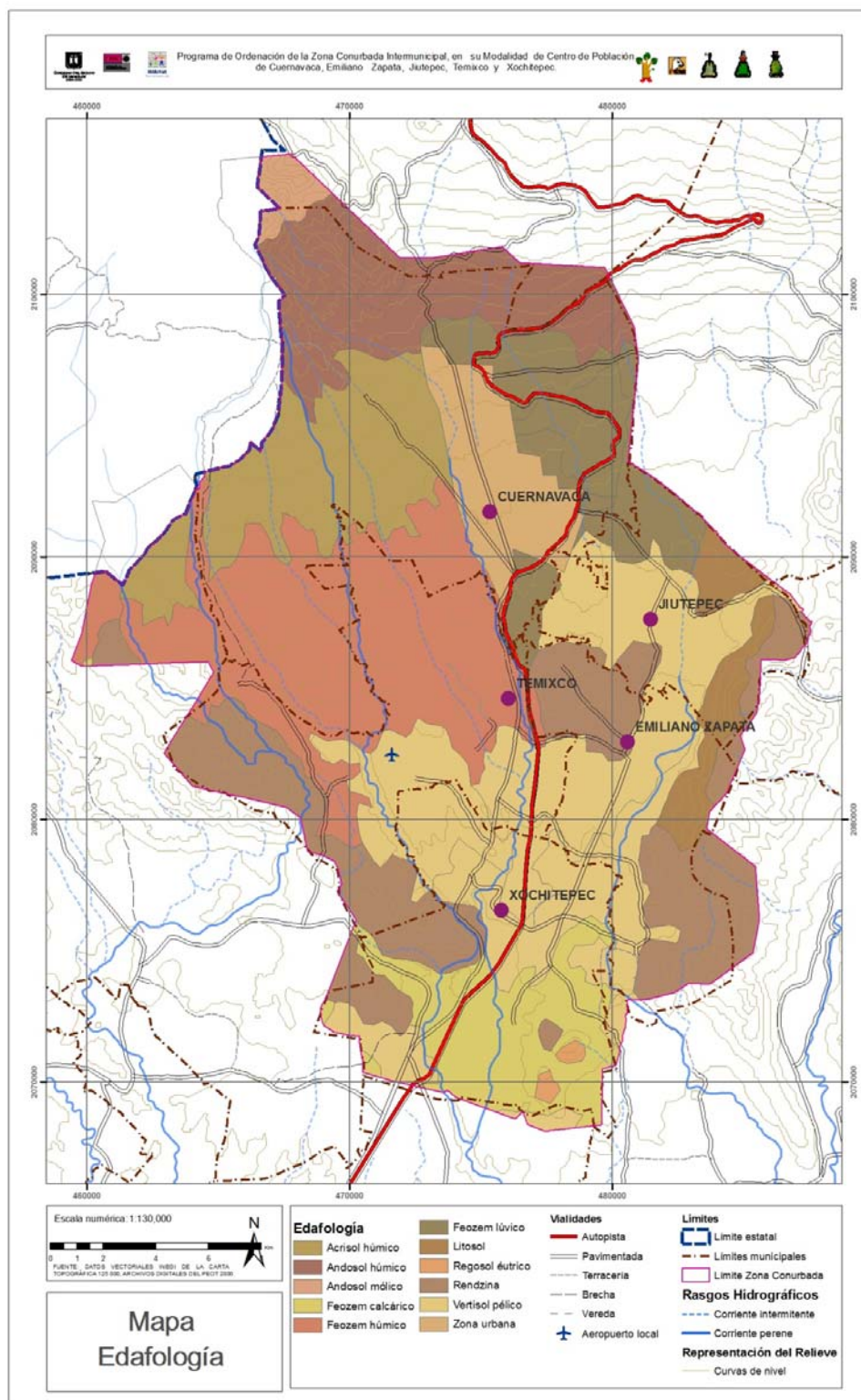
EDAFOLOGÍA

En el territorio de Morelos se identifican once unidades edafológicas de las cuales las dominantes en la Zona Metropolitana de Cuernavaca son:

Feozem: este tipo de suelo es rico en materia orgánica y nutriente, y se caracteriza por presentar color oscuro, es de textura media. Ubicada al oriente de Cuernavaca, norte y centro de Temixco, norte y centro de Xochitepec, norte y centro de Emiliano Zapata, sur de Tepoztlán, sur y oriente de Yautepec. Estos suelos deben de protegerse ya que regulan el flujo de de agua a través de las cuencas.

Vertisol: son suelos de textura fina, de color negro y se caracterizan por tener más del 40% de arcilla. Este tipo de suelo en época de lluvias se expande y se vuelve chicloso y en época de secas se endurece y se agrieta, características que limitan su utilidad si es que no cuenta con vegetación. Suelos con estas características se encuentran en todos los municipios de la Zona Metropolitana de Cuernavaca.

Andosol: presenta roca madre de origen ígneo, son suelos con profundidades mayores de 50 centímetros, de fácil erosión, ubicados en topografía accidentada y derivados de cenizas volcánicas. Es de textura media capaz de soportar vegetación primaria. Se sitúan al norte de Cuernavaca y en la inmediaciones del las Áreas Naturales Protegidas El Texcal y Sierra Montenegro en Jiutepec.



USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN DOMINANTES

El Estado de Morelos posee una amplia variedad de ambientes, determinados entre otros factores, por la presencia de dos sistemas: uno montañoso al norte, el Eje Volcánico Transversal, y una amplia planicie al centro y sur, conocida como la Cuenca del Balsas. El primero, caracterizado por zonas montañosas, gradiente altitudinal pronunciado y climas de templados a fríos y lluviosos. El segundo, formado por valles y llanuras, con escasa pendiente y climas que van de semicálidos subhúmedos a cálidos y secos.

La combinación de estos factores ambientales propician el establecimiento de una flora y fauna de una riqueza ecológica única y que colocan a Morelos como uno de los estados con mayor biodiversidad por kilómetro cuadrado en el mundo.

La porción norte del estado de Morelos, se encuentra cubierta por varios tipos de bosques de climas templado y frío, entre los que se encuentran: bosque de pino (coníferas), bosque de oyamel (coníferas), bosque de cedro-tascate (escuamifolios), bosque de encinos (latifoliadas), bosque de pino-encino (coníferas y latifoliadas) y bosque mesófilo de montaña (coníferas y latifoliadas). Estos bosques se distribuyen heterogéneamente en el área, siguiendo patrones de altitud, sustrato geológico y edáfico, relieve y microclimas. Los bosques de pino y encino son los más representativos, donde encontramos especies de pino real *Pinus montezumae* mezcladas con especies de encino *Quercus rugosa* y *Quercus laurina*, las cuales pueden asociarse con otras especies de árboles entre ellos *Tersntroemia pringley*, *Cornus desciflora*, *Cletrha mexicana* y *Styrax ramirezii*. En cuanto a la fauna asociada a estos tipos de vegetación, se reporta que los bosques de encino de Morelos son los de mayor riqueza en vertebrados. También se encuentran algunas especies endémicas del Eje Neovolcánico, tales como el conejo teporingo (*Romerolagus diazy*) y el ratón de los volcánes (*Neotomodon alstoni*).

Al norte, en las partes altas de este sistema Eje Neovolcánico Transversal, donde se concentra la mayor parte de áreas arboladas, se caracteriza por la falta de un manejo forestal; extracción continua de madera y suelo forestal, con la poca o nula vigilancia por parte de las autoridades municipales y estatales; la incidencia de plagas forestales e incendios (naturales o provocados) y el progresivo cambio en el uso del suelo con la apertura de nuevos campos para actividades agrícolas y pecuarias.

Hacia el sur y centro de este sistema, y dentro de la zona conurbada de Cuernavaca, el crecimiento demográfico y el cambio de uso del suelo de forestal a urbano, ha reducido dramáticamente las superficies forestal y de agricultura temporalera; consecuentemente se ha incrementado la erosión del suelo por arrastre del agua pluvial, así como su contaminación por residuos sólidos y líquidos generados por los asentamientos irregulares y fraccionamientos de fin de

semana asentados en esta zona natural.

El bosque mesófilo de montaña (coníferas y latifoliadas) se caracteriza por su vegetación exuberante y siempre verde, donde predominan las especies arbóreas perennes, siendo en las barrancas ubicadas al oeste de la zona conurbada de Cuernavaca, donde se encuentra este tipo de vegetación. Asociado a este bosque, en las partes más húmedas, al fondo de las barrancas, se encuentran los bosques de galería o bosques perennifolios riparios, con especies tales como: *Taxodium mucronatum*, *Salix bonplandiana*, *S. humboldtiana*, *Inga vera* y *Ficus cotinifolia*. Destacan también algunos árboles de talla sobresaliente y arbustos, estos últimos generalmente trepadores que conservan, en su mayoría, el follaje todo el año. Otras especies que se encuentran en este tipo de vegetación son: *Andira inermis*, *Licania arborea*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Pithecellobium dulce*, *F. goldmanii*, *F. maxima*, *Astianthus viminalis*, *Pterocarpus orbiculatus*, *Muntingia calabura*, *Crataeva tapia* y *Celtis iguanaea*.

Los usos que se le dan a algunas de la especies mencionadas anteriormente son diversos incluyendo el medicinal, construcción, alimentario, instrumentos de trabajo, ornamental, místico religioso, enseres domésticos, alimento para ganado, artesanal y cercos vivos.

La cota de 1,650 metros sobre el nivel del mar, marca el límite donde da inicio la Cuenca del Balsas, que corresponde a la porción central y sur de la zona de estudio, y cuya vegetación representativa es la selva baja caducifolia. Este tipo de vegetación se caracteriza porque la mayoría de los árboles y arbustos pierden sus hojas en la época de estiaje, tiene una altura de entre 8 y 15 metros, y por lo común no son espinosos. Es frecuente encontrarla formando un solo estrato arbóreo, aunque puede también haber dos. Los individuos predominantes pertenecen a los géneros: *Bursera*, *Lysiloma*, *Ceiba*, *Impomea*, *Acacia*. Las trepadores y las epífitas son escasas y solo se encuentran en sitios como las cañadas.

Las especies más representativas de la selva baja caducifolia son: cuajote colorado *Bursera morelensis*, copal *Bursera copallifera*, cuatecomate *Crescentia alata*, tepeguaje *Lysiloma acapulcensis*, cazahuate *Hipogaea wolcottiana*, pochote *Ceiba pentandra*, amate amarillo *Picus petiolaris*, cuauhlote *Guazuma ulmifolia*, ocotillo *Dodonea viscosa*, huizache *Acacia farneciana*, entre otras.

La selva baja caducifolia se mantiene conservada en parte de los cerros La Corona, Barriga de Plata, Las iguanas, Las Palmas, El Negro, Las Trincheras, Cueva del Aire y Temimilcingo, localizados sobre la serranía que va desde la Sierra de Tepoztlán al noreste de la zona conurbada, hasta Tlaltizapán al sureste. Desafortunadamente los cerros Barriga de Plata ha sido invadido por las la Joya y Amador Salazar. Lo mismo sucedió en las faldas del Cerro La Corona, donde la selva ha desaparecido por la proliferación de asentamientos humanos como

Jardín Juárez, Tamoanchán, San Francisco del Rincón y Hacienda San Gaspar. Al sur, sobre la misma serranía, en Tetecalita, municipio de Emiliano Zapata, la empresa Cementos Pórtland Moctezuma S.A. de C.V., inició la explotación de los yacimientos del cerro Cueva del Aire, con la consecuente destrucción de la vegetación y fauna originales de esta zona.

En la zona conurbada de Cuernavaca la selva baja caducifolia casi ha desaparecido en su totalidad por la ampliación del área urbana y la agricultura de riego. En Cuernavaca, la vegetación nativa ha sido sustituida por plantas introducidas como: laureles de la India, tulipanes africanos, eucaliptos australianos, mangos, tamarindos, jacaranda, araucarias, y cultivos como la caña de azúcar, café, arroz y plátano; aunque conserva individuos de vegetación original en las barrancas, terrenos baldíos y parques públicos. En los alrededores de esta zona, la selva se encuentra alterada y ha agregado especies de sucesión secundaria como el matorral secundario de cubata *Acacia cymbispina* y uña de gato *Pithecellobium acatlense*.

El texcal es una variante de la selva baja caducifolia, donde aparte de los cuajotes, copales y pochotes, se mezclan con plantas xerófitas como el cardón *Lemaireocereus weberi*, maguey cenizo *Agave asperima*, nopal *Opuntia* sp y cactáceas candelabroformes como el garambullo *Myrtillocactus geometrizans* y gigante *Neobuxbaumia mezcalensis*, entre otras. Dicha vegetación crece sobre coladas de lava basáltica ubicadas en el valle de Cuernavaca, principalmente en los municipios de Cuernavaca, Jiutepec, Temixco, Emiliano Zapata, Xochitepec y Tepoztlán.

Los texcales son áreas de recarga y almacenamiento de acuíferos, ya que su estructura geológica los convierte en una "esponja" que absorbe y almacena agua, la cual se infiltra hacia el acuífero Cuernavaca. Ejemplo de éste, es el lugar conocido como El Texcal (La Cisterna de Morelos), el cual desde los 50s comenzó a reducir su superficie por la agricultura nómada de los campesinos de Tepoztlán, Jiutepec y Yautepec, y que posteriormente se aceleró por el incesante crecimiento urbano, turístico e industrial de la zona conurbada de Cuernavaca. Aunado a lo anterior, esta importante área ha sido contaminada con los lixiviados producidos en los tiraderos clandestinos y a cielo abierto, y con la proliferación de la fauna y flora nociva. Por otra parte, en El Texcal existen bancos de piedra, donde los piedreros utilizan fuego para eliminar la vegetación y facilitar su labor de sacar la piedra, lo cual se da comúnmente en La Mina y en Santa Catarina, municipio de Tepoztlán.

La identificación general de la vegetación de la conurbación dentro del contexto estatal se aprecia en el estudio de la zonificación ecológica, propuesta

originalmente por Toledo. Et al (1985) ².

2.3.1.3. ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA

La zonificación ecológica o ambiental consiste básicamente en la especialización de los fenómenos que caracterizan el territorio, la delimitación de unidades o áreas con rasgos particulares, y la obtención de una visión de conjunto de los fenómenos y espacios geográficos que determinan la organización territorial del Municipio. Es un proceso dinámico que no sólo identifica y delimita unas áreas con características particulares, si no que integra las diferentes propuestas de desarrollo de los actores sociales e institucionales que intervienen en el territorio a partir del conocimiento y valoración de sus recursos y las posibilidades de aprovechamiento sostenibles.

CLIMA

La zona conurbada de la Cuernavaca se caracteriza por presentar una gran diversidad climática, así, de acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada por García (1987), para esta zona se determinaron los siguientes tipos y subtipos de clima como se muestra en el siguiente cuadro.

Características climáticas de la Zona Metropolitana de Cuernavaca

Región	Norte	Centro	Sur
Clima	Templado subhúmedo	Semicalido subhúmedo. Calido subhúmedo	Calido subhúmedo
	C(w2)	A C(w1) A(Wo)1	A(Wo)1
Descripción	Rango de altitud 1,600-4,700 msnm. Con lluvias en verano.	Rango de altitud 600-1,600 msnm. Lluvias en verano de humedad media	Rango de altitud 600-1,600 msnm. Lluvias en verano de humedad media

C(w2)(w)b Templado subhúmedo, con lluvias en verano, el más húmedo de los subhúmedos, con temperatura media anual entre 5 y 12 °C, temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C, del mes más caliente entre 6.5 y 22°C, con verano fresco y largo, caracteriza a localidades como Huitzilac, Tres Cumbres y Coajomulco , todas ubicadas en el Municipio de Huitzilac, así como la parte norte del Municipio de Cuernavaca.

Los semicálidos (A)C(w0)(w) y (A)C(w1)(w), los más cálidos de los templados, con temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura media del mes más frío entre -3 y 18°C y la del mes más caliente mayor de 6.5°C, con lluvias en verano, el más húmedo de los subhúmedos, con porcentaje de lluvia invernal menor de 5 de

² Citado por el Programa Estatal de Desarrollo Urbano 2007-2012.

la precipitación total anual. Ocupa la parte norte de la zona conurbada de Cuernavaca, en las localidades de Coajomulco en el Municipio de Huitzilac y San Juan Tlacotenco, en el Municipio de Tepoztlán. La principal diferencia entre éstos estriba en los porcentajes de humedad que caracterizan a cada subtipo climático como producto, una vez más, del gradiente altitudinal.

Un segundo grupo de semicálidos A(C)w1(w) y A(C)w2(w), los más frescos de los cálidos, caracterizan localidades situadas a pie de monte; como es el caso de la ciudad de Cuernavaca.

Finalmente, el área correspondiente al valle intermontano del centro y sur de la zona de estudio, se caracteriza por presentar clima cálido Aw0(w), Aw1(w), con temperatura media anual entre 22 y 26°C, temperatura media del mes más caliente mayor de 18°C, las lluvias son en verano (de mayo a octubre), con invierno seco (menos del 5% de la precipitación total anual). Se incluyen en esta zona los municipios de Emiliano Zapata, Temixco y Xochitepec.

TEMPERATURA

Las condiciones climáticas de la zona conurbada de Cuernavaca, la han hecho famosa mundialmente por ser la "Ciudad de la Eterna Primavera". La variedad climática (frío, templado y cálido) ha atraído a turistas nacionales y extranjeros, los cuales regresan para quedarse, con la consecuente demanda de vivienda, infraestructura y servicios.

En la zona conurbada de Cuernavaca, durante el primer periodo de calentamiento anual (primavera), la insolación es abundante lo que propicia incrementos notables en la temperatura. Durante el siguiente periodo de calentamiento (verano), la nubosidad es alta, sin embargo, las temperaturas tienden a atenuarse debido a la presencia de nubosidad y precipitación. En este sentido, el resultado de la combinación de altitud, latitud y topografía dan como resultado el establecimiento de las siguientes zonas térmicas:

Zona Semifría. Es la zona subsecuente a la región fría del Popocatepetl, e incluye también la porción de los escurrimientos del Ajusco, al norte y noroeste del Municipio de Huitzilac y norte del municipio de Tepoztlán, donde se registra una temperatura media anual entre 5 y 12°C.

Zona Templada. Tiene temperaturas medias anuales comprendidas entre 12 y 18°C, y la del mes más frío entre -3 y 18°C (García, 1987); éstas condiciones existen en localidades como Tres Cumbres, Huecahuasco y Apapasco en el municipio de Huitzilac; y San Juan Tlacotenco en el Municipio de Tepoztlán.

Zona Semicálida. Ubicada al sur de la zona templada, caracterizada por registrar temperaturas medias anuales entre 18 y 22°C, ocupa más del 50% del Municipio de Cuernavaca, así como el norte del Municipio de Jiutepec.

Zona Cálida. Se encuentra integrada por la prolongación de la zona de pie de monte, el resto de la zona conurbada, conjuntamente con los lomeríos y cañadas del sur; se caracteriza por presentar temperaturas medias anuales entre 22 y 26°C. Incluye los municipios de Cuernavaca, Emiliano Zapata, Jiutepec, Temixco y Xochitepec.

En toda la entidad, el mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano (21 de junio), de tal manera que la marcha de temperatura es de tipo Ganges, condición que permite la manifestación de una fructificación temprana.

En relación a la temperatura media mensual del mes más frío, en la zona de estudio, enero es el mes más frío; solo en el 16% de las estaciones meteorológicas, se registraron temperaturas más bajas durante el mes de diciembre. Entre ellas se encuentran la de Tres Cumbres en el Municipio de Huitzilac y Temixco en el municipio del mismo nombre. Los valores más bajos, son del orden de 6.7 y 9.9°C, en las estaciones de Apapasco y Huitzilac, respectivamente.

El balance resultante del calentamiento producido por la radiación solar recibida durante el año y la pérdida de calor por la radiación terrestre en el mismo período, recibe el nombre de oscilación anual de temperatura y sus valores se obtienen de la diferencia entre la temperatura media mensual del mes más caliente y la temperatura media mensual del mes más frío.

La ubicación geográfica del área conurbada de Cuernavaca, ha favorecido que esta distribución de la temperatura a lo largo del año no manifieste cambios bruscos, de tal forma que en su parte norte la oscilación anual es menor de 5°C, es decir, es una región isotermal.

La región centro-sur del área de estudio, es la que registra temperaturas medias mensuales con tendencia a un incremento y este mismo se refleja en la oscilación anual, de tal forma que en esta zona la diferencia entre los valores de las temperaturas medias del mes más caliente y el más frío, presentan variaciones entre 5 y 7°C, es decir, tienen todavía poca oscilación térmica.

PRECIPITACIÓN PLUVIAL

Convencionalmente se mide la cantidad de lluvia que cae sobre un lugar determinado de la superficie terrestre, suponiendo que el suelo fuese lo suficientemente impermeable y plano para impedir que el agua corriera o se infiltrara, por el almacenamiento producido, cuyo espesor, medido en milímetros expresa la cantidad de agua caída en un período preciso, que puede ser: día, mes o año.

En Cuernavaca la distribución de la lluvia es modal o bimodal y su ocurrencia es en verano, debido a que ésta se inicia generalmente a mediados de mayo y termina en la primera quincena de octubre (concentrándose en esta temporada el

94 o 95% de la precipitación total anual); durante esta época los vientos alisios del hemisferio norte pasan por el Golfo de México, en donde recogen humedad, que depositan posteriormente en forma de lluvias abundantes. El mes más lluvioso es junio, seguido de los meses de julio, septiembre y finalmente agosto. La gran insolación que recibe el territorio morelense y la zona de estudio en particular, determina la formación de áreas de baja presión que atraen los vientos alisios húmedos, lo que se traduce en lluvias orográficas muy importantes para la presencia de los notables recursos hidrológicos de la región.

En invierno los alisios se debilitan, se hacen descendentes y secos, por lo que en la época fría del año deja de llover. No obstante es ocasional la invasión de "nortes" que, por haber adquirido suficiente profundidad, son capaces de tramontar barreras montañosas y producir alguna precipitación de tipo frontal en la zona. Para que ocurra la precipitación, es indispensable la presencia de aire húmedo; si el aire es demasiado seco la precipitación puede desprenderse de una nube pero nunca llegará a la tierra. De tal manera que diciembre es el mes más seco en toda la entidad, seguido por febrero y ocasionalmente marzo, recibiendo en promedio, cinco mm de precipitación por lo que la lluvia que se concentra en los meses invernales (diciembre a marzo) es menor del 5% de la total anual.

En la zona de estudio, la influencia orográfica juega un papel primordial en la distribución de la precipitación total anual, estableciéndose obviamente una relación directamente proporcional entre la altitud y la cantidad de precipitación recibida. En este sentido, los valores más altos se registran en las estribaciones elevadas de la Sierra del Chichinautzin y en las áreas montañosas de Huitzilac y las Lagunas de Zempoala, donde se reciben precipitaciones anuales superiores a 1,500 mm anuales. Por su parte, en los Municipios de Cuernavaca y Tepoztlán, el volumen fluctúa entre 1000 y 1500 mm anuales. El resto de la zona conurbada recibe precipitaciones menores a los 1000 mm

En relación a los vientos, la zona conurbada de Cuernavaca se localiza en la zona del dominio de los vientos alisios, mismos que durante el verano son fuertes y profundos convirtiéndose en precipitación, debido a los movimientos convectivos del aire en el fondo de los valles y al enfriamiento por expansión adiabática que experimenta al ascender las laderas montañosas (Vidal, 1980). La región meridional del área de estudio es la más seca como consecuencia de que los vientos dominantes advectivos que se desarrollan en la misma tienen la mayor parte del año una trayectoria de oeste a este.

2.3.2. UNIDADES DE PAISAJE FUNCIONAL

Nuestro territorio cuenta con una gran variedad de paisajes, lo cual no garantiza una riqueza equitativa de recursos naturales, situación que ha dado lugar a la dispersión de asentamientos humanos que, en busca de lugares productivos, se han acomodado a todo lo largo y ancho del territorio nacional.

Esta situación de desigualdad nos muestra patrones de distribución que corresponde a la ubicación de los recursos naturales y sus diversos niveles de usufructos, que son los que marcan la pauta a la poca o alta concentración de la población -y así mismo a las condiciones de vida-, dichos asentamientos nos muestran el patrón de distribución donde coexisten regiones con diversos niveles de desarrollo.

El paisaje es identificado como síntesis de los sistemas ecológicos y culturales que lo constituyen. Su expresión se realiza a través de patrones modificables (aspectos bióticos) en función del tiempo y la escala de observación del mismo.

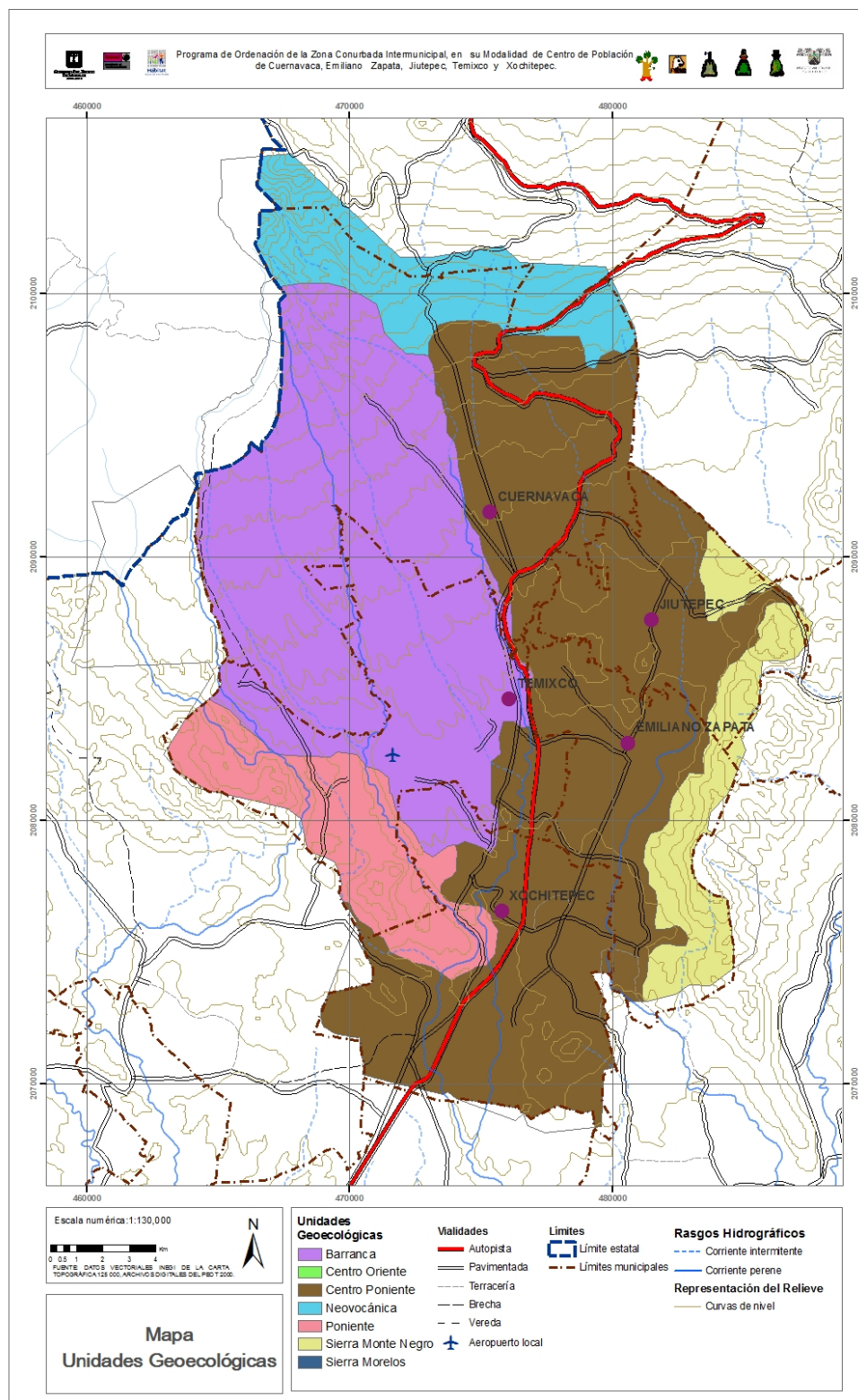
Su análisis se realiza mediante imágenes satelitales y técnicas de percepción remota, identificando los elementos y componentes que pueden estructurar unidades de paisaje. Éstas resultan como una expresión integrada de componentes físicos, biológicos y culturales que se presentan en el espacio geográfico con una fisonomía particular y pueden ser utilizadas para la ordenación del territorio y el desarrollo sustentable.

El concepto de paisaje engloba, diversos significados que se transforman o cambian según las necesidades del que lo ve, cuando lo ve y cómo lo ve, de manera que, sencillamente, de él se pueden interpretar, entre otros, los siguientes tipos: espaciales, naturales, estructuras de la Naturaleza, hábitats, ecosistemas, así como objetos estético, ideológico y cultural-histórico, además de lugares.

Así mismo el paisaje, integra en una misma expresión los fenómenos relativos a la interacción hombre-Naturaleza, es por ello que deben ser abordados en estudios orientados hacia el manejo sustentable de los recursos naturales.

Técnicamente, lo más común es identificar el paisaje como una superficie geográfica heterogénea, constituida por un grupo de ecosistemas que presentan imagen o apariencia semejante. De este modo, pueden ser obtenidas unidades del paisaje que constituyen estructuras de componentes físicos, bióticos y antrópicos, funcionalmente integradas, derivando a unidades geoecológicas ligadas vertical y horizontalmente, en tiempo y espacio.

Haciendo uso de la cartografía de uso de suelo, edafología, geología se identificaron las unidades de paisaje que integran a la zona conurbada de Cuernavaca. Las unidades de paisaje concuerdan con las unidades identificadas por el PEOT de Morelos y en el PROEDU 2007-2012, sin embargo debido a la escala del estudio fue factible poder especificar más el tipo de suelo y uso que se hace de la zona, por lo que se logró identificar propiedades que permiten dividir las grandes unidades ecológicas, obteniendo como resultado final once unidades de paisaje que se describen a continuación.



Considerando el rasgos predominantes se identifican cinco clasificaciones de unidades de paisaje (UP), al norte se ubica la 1- Unidad Neovolcánica, abarcando la parte norte de Cuernavaca y los municipios de Huitzilac y Tepoztlán, incide en la poligonal del Área Natural Protegida “Corredor Biológico Chichinautzin”, zona en la cual se genera a su vez la recarga de acuíferos en beneficio de la parte dentro y sur del Estado. La unidad de paisaje 2- Centro Poniente conjunta la zona centra en un eje que va del norte al sur, englobando la zona homogénea que concentra las actividades antropogénicas, este suelo cuenta con un bajo porcentaje de suelo con capa vegetal. La UP3 – Barrancas se localiza al poniente de la zona Conurbada incidiendo en los municipios de Cuernavaca y Temixco, esta zona se caracteriza con su topografía variable lo que dificulta el acceso a ella. La unidad 4 – alberga en su totalidad la Sierra de Montenegro, debido al grado de conservación que mantiene y por el tipo de vegetación y suelo que sustentan su homogeneidad; mientras que UP5 – poniente se caracteriza por la conjunción de la zona de lomeríos de la zona poniente de la conurbación pero con un grado menor de conservación que la UP3. Hacia el oriente solo dentro del municipio de Yautepec se identifican la UP6 – Centro oriente y la UP7 – Sierras de Morelos caracterizándose la primera por sus planicies que albergan zonas de uso agrícola y áreas urbanas, mientras que la segunda por su vegetación del tipo selva baja y su topografía.

Distribución de unidades de paisaje por municipio.

Municipio	Unidad de paisaje
Cuernavaca	Sur: Neovolcánica
	Este: Barrancas
	Oeste: Centro Poniente
Emiliano Zapata	Este: Centro Poniente
	Oeste: Sierra Montenegro
Jiutepec	Centro: Centro Poniente
	Oeste: Sierra Montenegro
Temixco	Este: Barrancas
	Oeste: Centro Poniente
	Sureste: Poniente
Xochitepec	Noreste: Poniente
	Centro: Centro Poniente
Huitzilac	Neovolcánica
Tepoztlán	Norte: Neovolcánica
	Este y noreste: Centro Poniente
	Sur: Sierra Montenegro
Yautepec	Noreste: Sierra Montenegro
	Centro y oeste: Centro Oriente
	Sur: Sierra Morelos

Fuente: PROEDU 2007-2012.

2.3.2.1. DESCRIPCIÓN DE UNIDADES GEOECOLÓGICAS

ALTITUD E INCLINACIÓN DEL TERRENO

Su conformación altimétrica se integra principalmente con rangos de pendientes del 0 al 30 por ciento; con pendientes del 0 al 4 por ciento más de un 20 por ciento de la zona al centro sur y sur de la Conurbación Cuernavaca, observándose áreas dispersas dentro de este rango al norte y poniente de la microregión. Al centro, norte y poniente de la zona se localizan pendientes dentro del rango del 4 a 15 por ciento, en más de 50 por ciento de la ZCC; el rango de pendientes del 15 al 30 por ciento representa aproximadamente el 15 por ciento de la superficie de la conurbación y se ubican al norte, norponiente, centro norte y sur poniente. Las pendientes de más del 30 por ciento se localizan en un poco menos del 15 por ciento de la zona, ubicándose principalmente al poniente y en todas las barrancas que la cruzan de norte a sur.

Las topoformas más representativas que se observan al noroeste y norte de la zona conurbada son: la Sierra de Zempoala, Sierra de las Cruces y la Sierra de Ocuilán; así como la Sierra y volcán del Chichihautzin, los volcánes Los Otates, Quimistepec, Los Suchiool, Oclayuca, Tres Cumbres, El Caballito, Palomito, Guespalapa, El Hoyo, Tezontle, Los Tepetl, Los Cardos, La Cima (formada por ocho volcanes), La Herradura. Al sureste de este volcán, se localiza un derrame de lava basáltica (o colada lávica) en el área conocida como El Texcal, que abarca parte de los municipios de Cuernavaca, Jiutepec, Tepoztlán y Yautepec.

COBERTURA VEGETAL

Los estudios sobre la cobertura y uso del suelo analizan y clasifican los diferentes tipos de coberturas y usos asociados que el hombre práctica en esta zona o región determinada. Actualmente, los cambios en el uso del suelo están trasformando a la cobertura rápidamente, sin que en la actualidad se tenga cuantificado este cambio a escala global regional y local.

La cobertura son aquellos cuerpos naturales o artificiales que cubren la superficie del suelo, por lo tanto pueden originarse de ambientes naturales como resultado de la evolución ecológica (bosques, sabanas, lagunas, etc.) o a partir de ambientes artificiales creados y mantenidos por el hombre (cultivos, represas, ciudades, et.)

El Estado de Morelos posee una amplia variedad de ambientes, determinados entre otros factores, por la presencia de dos sistemas: uno montañoso al norte, el Eje Volcánico Transversal, y una amplia planicie al centro y sur, conocida como la Cuenca del Balsas. El primero, caracterizado por zonas montañosas, gradiente altitudinal pronunciado y climas de templados a fríos y lluviosos. El segundo, formado por valles y llanuras, con escasa pendiente y climas que van de semicálidos subhúmedos a cálidos y secos.

Las unidades ecológicas identificadas en la Zona Conurbada se distinguen por su clima, lo que permite el desarrollo de Bosque, en la parte alta de la zona de estudio desde bosque mesófilo de montaña hasta bosque de galerías y perennifolios riparios. La vegetación secundaria se ubica en los lomeríos y algunas barrancas y se compone por matorrales y pastizales inducidos vegetación que avanza sobre la nativa debido a la intervención antrópica invasiva

Los cultivos agrícolas constituyen también un tipo de vegetación no natural, reduciéndose cada vez más en su superficie conforma avanza la mancha urbana misma que ha abrazado la poca superficie que aún subsiste en la zona de estudio.

También se cuenta hacia el surponiente, suroriente y sur con suelos de baja productividad o bien con algún grado de erosión.

La cobertura urbana identificada en el área de estudio, constituye la mayor concentración de actividades humanas en el Estado. Al albergar la ciudad capital centraliza las actividades sociales, administrativas, económicas y gubernamentales más importantes de Morelos.

El desarrollo de esta zona se ha expandido a lo largo de los ejes articuladores que conforman la estructura vial, principalmente sobre eje norte a sur

CAMBIO EN LA COBERTURA VEGETAL

La conversión humana de los hábitats naturales es la causa más grande de pérdida de diversidad biológica, funciones ecológicas, así como alteraciones del ciclo hidrológico. El balance entre hábitat natural y el paisaje humano podría determinar el futuro de la conservación de la diversidad biológica en grandes áreas del planeta. Por lo tanto es importante mapear y cuantificar el grado de conversión humana del hábitat natural al perturbado o dominado por el hombre.

La valoración del cambio en la cobertura de la superficie del suelo requiere de analizar los cambios que éste presenta y evaluarlos de acuerdo a su impacto.

Es importante mencionar que los cambios de la cobertura vegetal suele en su mayoría, incidir en la ganancia o perdida de ciertos tipos de suelo, nunca ocurren de manera aislada, de manera que muchas veces la tasa de cambio se acelera dando como resultado transformaciones significativas al paisaje natural.

En la década de los 70's, las áreas productivas de cultivo se encontraban localizadas al poniente de Jiutepec, en los ejidos de Acapantzingo, Chapultepec y Atlacomulco; en Jiutepec y Tejalpa, al centro de la zona conurbada; en los ejidos de Acatlipa, Temixco, Zapata y Tezoyuca al sur; y al nororiente, en los límites de los municipios de Cuernavaca y Tepoztlán; esta ultima estaba propuesta como zona de amortiguamiento en el Plan de Ordenación de 1982; la segunda y la tercera zona mencionadas, estaban propuestas como áreas verdes recreativas y la primera zona como área de cultivo.

En la actualidad, las zonas mencionadas han sido invadidas por la mancha urbana en un 80 por ciento y la primera zona mencionada en un 30 por ciento, no respetándose los lineamientos y políticas establecidas en el plan de ordenación original de 1982.

Al sur de la zona conurbada, los municipios de Emiliano Zapata y Xochitepec representan el mayor potencial agrícola.

2.3.3. SUELOS EROSIONADOS O SIN USO APARENTE

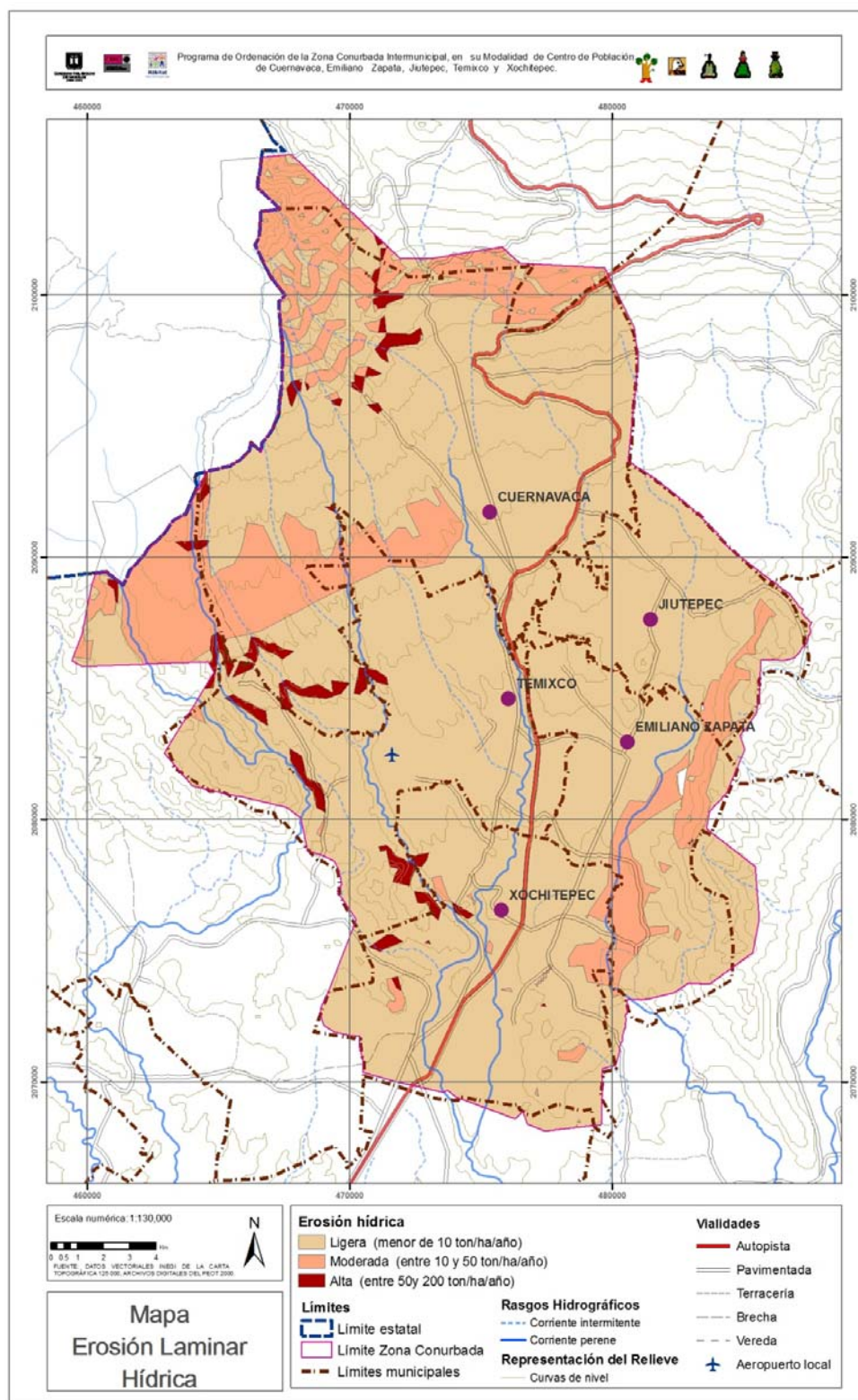
Con frecuencia, el resultado de la pérdida de la capa vegetal o la deforestación es la erosión del suelo. Cuando no existe algún tipo de vegetación cubriendo el suelo (árboles, arbustos, pastos, etc.), la lluvia y el viento golpean directamente el suelo.

Esto significa que en los suelos libres de material orgánico cuando llueve, más agua golpea más fuertemente el suelo, arrastrándolo. La erosión es algunas veces un fenómeno natural provocado por el viento (eólica) y la lluvia (hídrica); otras, es un fenómeno intensificado por la acción del hombre, sobre todo por la deforestación.

Los agentes erosionables son más eficaces en función dependiendo de qué tipo de tierra sea, la capa que la protege (hierbas, árboles, rocas, etc.), la cantidad de agua existente, el viento y su uso.

Muchas actividades humanas retiran la capa protectora de vegetación, produciendo una erosión más acelerada. En los cambios de vegetación (como el paso de vegetación nativa a los cultivos) producen un aumento de la erosión produciendo que el suelo pierda sus nutrimentos y sea infértil e inservible. También depende el tipo de vegetación que se encuentre en el lugar, por ejemplo, una zona sin árboles sufre mucho, debido a que el árbol absorbe el agua y en su ausencia el agua se va sin ser absorbida en su mayor parte y llevándose con sigo la arena de la tierra. Además las hojas juegan un papel importante en la erosión, por ejemplo, un arbusto grande con hojas abundantes protege más el suelo de la caída de las gotas. Las gotas al caer sobre una hoja se desbaratan y se dispersan en forma de gotas más pequeñas, por el contrario, al caer al suelo las gotas desbaratan el suelo por su efecto corrosivo (una de las propiedades más interesantes del agua). La vegetación controla también la velocidad de la corriente de agua, entre más juntos estén los tallos de las plantas la velocidad de la corriente del agua será menor.

En el presente apartado se evaluará la magnitud de estos efectos en el área de estudio, a fin de proponer medidas correctivas, que conduzcan a minimizar los graves impactos ocasionados por dichos procesos.



Con respecto a la afectación por erosión, se le conoce como erosión hídrica al proceso de disgregación y transporte de las partículas del suelo por la acción del agua. Este tipo de afectación se genera en primera instancia por el impacto directo de la gota de lluvia sobre la superficie del suelo, que produce la destrucción de los agregados ó terrones del suelo cuando éste está desnudo. El segundo mecanismo es cuando el agua escurre sobre la superficie del suelo debido a la pendiente y arrastra partículas del mismo, materia orgánica y nutrientes como el nitrógeno y el fósforo, entre otros (ambas afectaciones expresadas a través de cárcavas, erosión laminar, denudación y arrastre de material

De estas afectaciones la erosión hídrica laminar se considera la más peligrosa para la capa vegetal, debido a la pérdida de suelo, ocasionada principalmente por escurrimientos, y se presenta de manera paulatina lo que a veces no se percibe hasta que ya se ha erosionado .

Las zonas donde se aprecia mayor erosión se ubican de forma dispersas en porciones ubicadas al norponiente, centro poniente y sur poniente de la conurbación, lo que indica que es poca la superficie con afectación elevada.

La afectación moderada se presenta en suelos de usos agrícola al centro y centro poniente, al oriente sobre vegetación de selva a baja caducifolia y hacia el norte en zonas de usos forestal.

Tal como se aprecia en la imagen anterior, la mayoría de la zona conurbada se ve ligeramente afectada por erosión hídrica laminar.

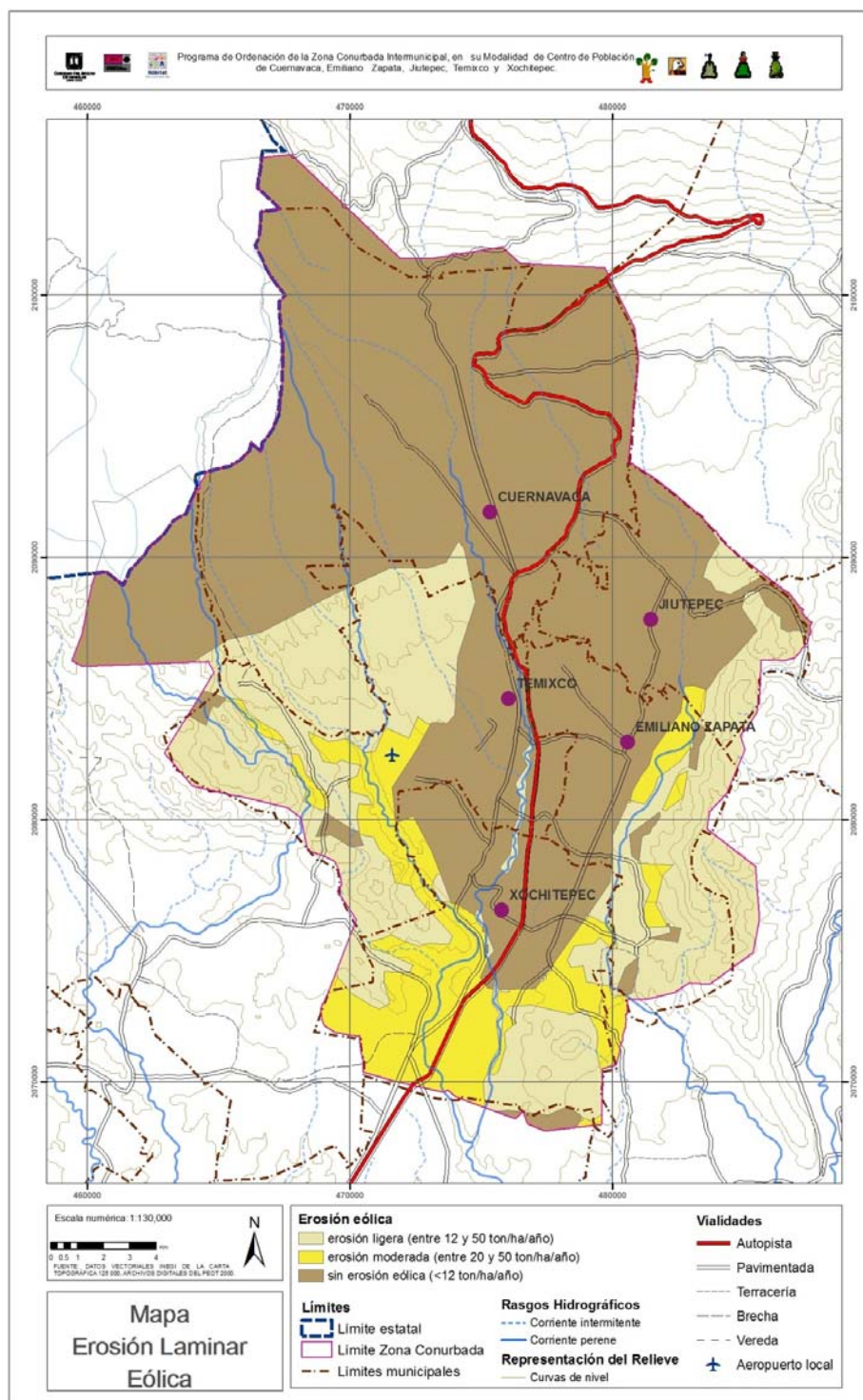
RIESGO POR EROSIÓN EÓLICA

La erosión eólica es el desgaste de las rocas o la remoción partículas sueltas debido a la acción del viento. El viento es un agente de modelado del relieve que puede acarrear grandes cantidades de polvo a través del mundo, pero los granos de arena solo pueden ser transportados a distancias relativamente cortas.

El arrastre de las partículas sólidas por viento depende de la estructura del mismo en la proximidad del suelo. El micro relieve produce movimientos en remolino en todas las direcciones con velocidades variables en base a:

- 1.- Arrastre de las partículas en reposo.
- 2.- El movimiento de reptación. Las partículas demasiado pesadas para ser elevadas pueden, sin embargo, ser puestas en movimiento por el impacto de las partículas que saltan, entonces son empujadas hacia la superficie del suelo.
- 3.-El movimiento en suspensión. Cuando una partícula en agitación choca contra el suelo, puede hacer rebotar las partículas pulverulentas que emergiendo en la

zona turbulenta, pueden elevarse a grandes alturas por corrientes ascendentes y quedar en suspensión.



Los daños producidos por la erosión eólica se pueden englobar en los siguientes efectos: Superficiales, Edáficos y Secundarios.

El fenómeno de la erosión eólica se favorece con:

- Vientos fuertes y frecuentes
- Superficies llanas expuestas al viento
- Suelo seco, suelto, de textura fina y poca materia orgánica. Con estructura del suelo inexistente o degradada.
- Condiciones de aridez. Altas temperaturas y escasas precipitaciones
- Poca cubierta vegetal. Así como un pastoreo abusivo, la quema de residuos agrícolas y el laboreo irracional pueden ser factores causantes de la erosión eólica.
- La actividad humana que promueve la degradación de la capa vegetal y la destrucción de la estructura cohesiva que mantiene las partículas de suelo en su lugar

El análisis de la superficie en riesgo de sufrir erosión eólica en la Conurbación Cuernavaca, con base en los criterios antes mencionados, arroja como resultado que en comparación de la erosión hídrica, la erosión eólica presenta afectaciones menores, con rangos que van de erosión a ligera a no erosionada.

Las afectaciones moderadas se ubican hacia el sur, sobre suelos con vegetación variada que va de agrícolas de temporal, selva baja caducifolia (secundaria), e vegetación secundaria y usos urbanos.

Las zonas con erosión ligera se ubican al oriente, poniente y sur, en áreas donde predominan los usos agrícolas de temporal así como selva baja caducifolia (conservada y secundaria)

2.3.4. Potencialidades y limitantes de los suelos para la ocupación y aprovechamiento de los seres humanos

Una de las manifestaciones más portentosas de la presencia y del impacto físico del hombre en el planeta, es el aprovechamiento del suelo es. El ser humano ha alterado los patrones y la ocurrencia de especies y ecosistemas. Varios estudios recientes confirman que los ecosistemas dominados por el hombre ya cubren un mayor porcentaje del suelo del globo que los ecosistemas naturales o “silvestres”. En conjunto, tierras de cultivo y pastizales son ahora una de las principales categorías de uso y aprovechamiento del suelo. Cada vez es más difícil encontrar paisajes con pocos o sin signos visibles de influencia ejercida por actividades humanas, como agricultura, tala de árboles, minería, carreteras, oleoductos o líneas de transmisión eléctrica. El mayor grado de influencia humana se registra en las zonas de cultivo, en vialidades y cerca de los centros urbanos.

El aprovechamiento humano del suelo afecta las funciones del ecosistema, la diversidad biológica, la calidad y la cantidad del agua, y el clima. El ser humano ha alterado en gran medida la cobertura natural del suelo en forma tal que afecta servicios ambientales vitales. En Las alteraciones más importantes de la cobertura natural del suelo a manos del ser humano son los cambios generalizados que han reducido y perturbado las áreas forestales, los pastizales nativos y los humedales para dar paso a la agricultura, ganadería, extracción de recursos y asentamientos humanos.

Para la evaluación se analizaron las condiciones de tipo de suelo, inclinación del terreno, régimen de humedad y fases fisicoquímicas del suelo para obtener combinaciones y posteriormente la clasificación que agrupe a las diferentes aptitudes.

Los niveles de potencialidad se expresan en cuatro clases

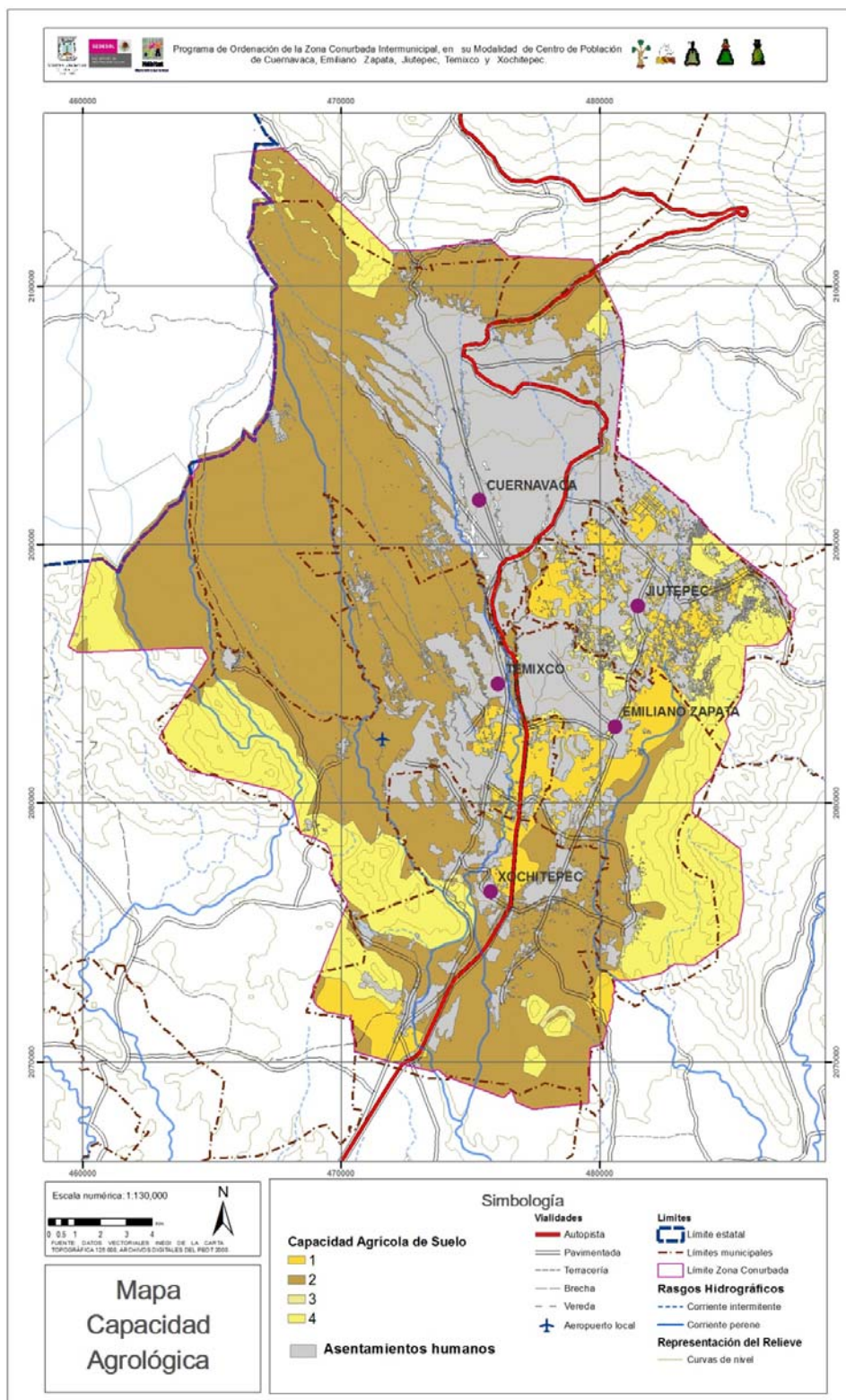
- Clase 1: máxima potencialidad
- Clase 2: sin limitantes para el desarrollo
- Clase 3: con mínima o nula potencialidad
- Clase 4: con limitantes importantes

Capacidad agrícola del suelo

En base a lo indicado en el PROEDU 2007-2012, se obtuvo una clasificación para la capacidad agrícola del suelo en el área de estudio. La Clase 4 se refiere a superficie con nula capacidad para la agricultura, ésta queda usualmente restringida a los suelos con erosión severa, la superficie Clase 3 presenta suelos con limitantes importantes para la actividad agrícola siendo las principales las pendientes pronunciadas y el grado de conservación de la cobertura vegetal. El resto de la superficie es reconocida como apta para la actividad agrícola en la clase 1 y clase 2 y está contenida en su mayoría en las zonas geocológicas.

CLASIFICACIÓN DE LA SUPERFICIE AGRÍCOLA

7	Aptitudes	Limitantes	Localización
1	- Suelos aptos para la explotación intensiva. - Requiere técnicas de manejo regulares, sin tratamientos agroquímicos.	Ninguna.	Se identifican aptitudes al surponiente de Xochitepec, al oriente de Temixco sobre usos agrícolas de riego; en el municipio de Emiliano Zapata en su zona norte, y en Jiutepec se identifican fracciones hacia el sur de la cabecera municipal y al poniente sobre el ejido de Acapantzingo.
2	- Demandan poca fertilización. - Suelos con alto rendimiento.	Aplicación de técnicas de tratamiento de suelo o de terreno.	Al norte y la parte poniente de Cuernavaca, al centro y norte de Temixco, sobre una franja al centro de Emiliano Zapata y del centro hacia el oriente del municipio de Xochitepec.
3	Pocas, un buen rendimiento demandaría muchos insumos con el consecuente impacto en el medio.	Más de una limitación simultánea inundación, salinidad, etcétera.	Se identifica una pequeña porción hacia el suroriente de Xochitepec.
4	Ninguna, su productividad requiere grandes insumos y costos muy elevados.	Suelos someros, pendientes <25° y son muy erosionables.	Presente en una franja al oriente de la conurbación, sobre los municipios de Jiutepec y Emiliano Zapata, así como al surponiente entre Temixco y Xochitepec.



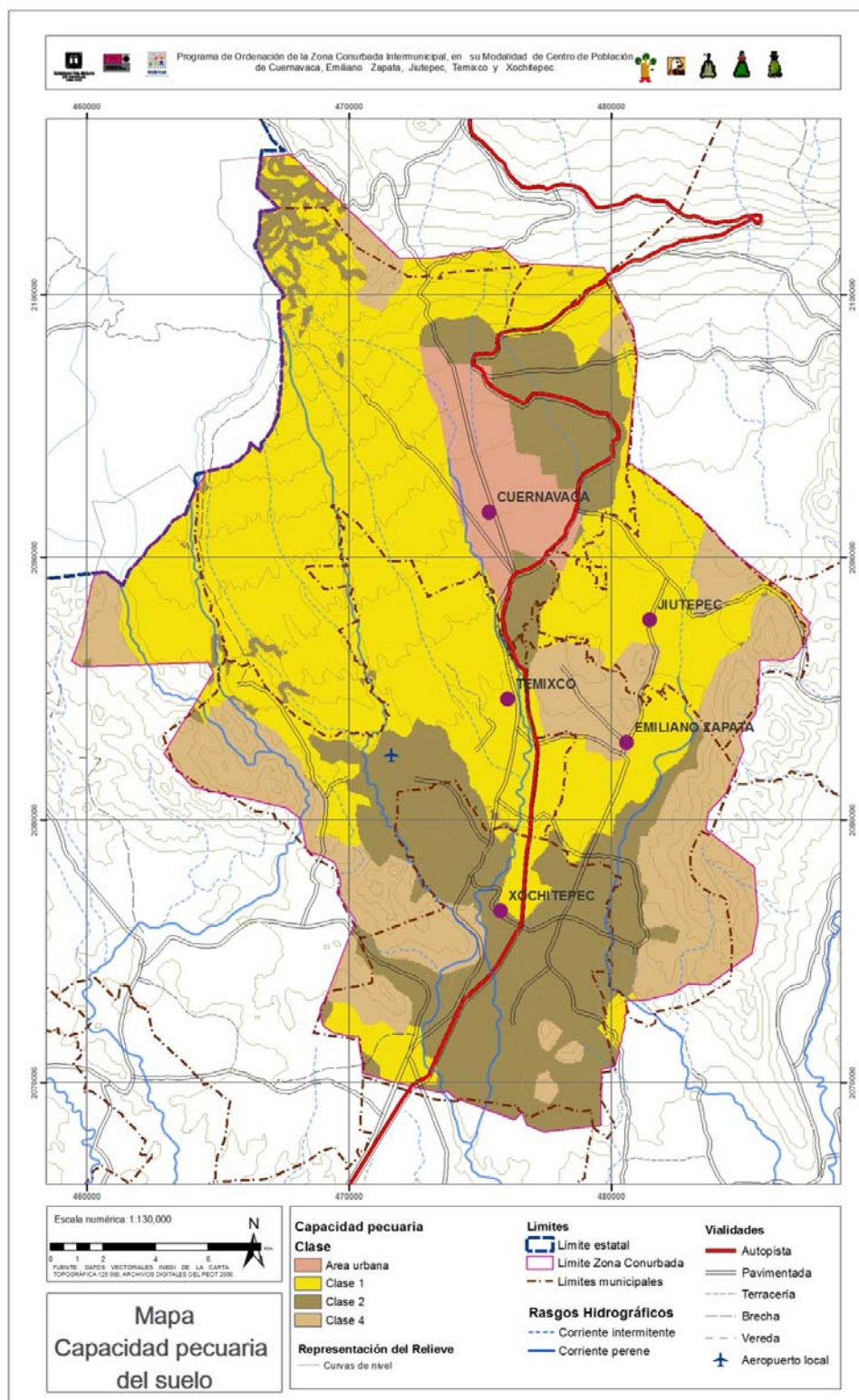
Capacidad pecuaria del suelo

La capacidad pecuaria del suelo para actividades ganaderas se determinó con los criterios establecidos anteriormente. En este concepto las limitantes son diferentes, siendo los primordiales los suelos salinos, someros e inundables.

En la zona Conurbada la productividad de los suelos para cultivos forrajeros es baja. En la tabla siguiente se describe en base a la clasificación las aptitudes y las limitantes de cada una.

CLASIFICACIÓN DE LA SUPERFICIE PECUARIA

Clase	Aptitudes	Limitantes	Localización
1	Poca o nula pendiente con desarrollo de forrajes. No requieren tecnificación.	Ninguna.	Identificada al norte, centro y poniente del municipio de Cuernavaca, en zona centro y hacia el norte y norponiente de Temixco, sobre la parte central y poniente del territorio de Jiutepec y en el centro de Emiliano Zapata. Se identifica en menor proporción en Xochitepec en dos fracciones una en el norte a ambos lados e la autopista del sol y hacia el sur del municipio.
2	Requieren técnicas de bajo costo para pastoreo.	Pueden restringir el tipo de ganado.	Al poniente de Cuernavaca y en fracciones sesgadas al norte del mismo municipio, hacia el sur de la conurbación sobre la parte central de Temixco y hacia el norte y oriente de Xochitepec, extendiéndose en una franja en forma diagonal sobre el centro de Emiliano Zapata.
3	Es apto sólo con técnicas de rotación intensiva de potreros, limita el número de cabezas de ganado.	Uso altamente tecnificado a un costo muy alto.	No se identifico superficie con esta aptitud dentro de la conurbación.
4	Ninguna.	Incosteable por sus grandes insumos y poca productividad.	Presente al oriente de la conurbación, en una franja que va del oriente de Jiutepec hacia en oriente de Emiliano Zapata. Se identifican otras porciones al oriente y poniente de Temixco y una pequeña porción al norte de Cuernavaca.



Capacidad de los suelos para asentamiento de los seres humanos y su infraestructura

En base a lo observado históricamente en cuanto al proceso y desarrollo de los asentamientos humanos, se puede especificar que las principales restricciones observadas se dan en base a las características presentes en los suelos tales como: firmeza, corrosión, inundabilidad y contenido de materia orgánica.

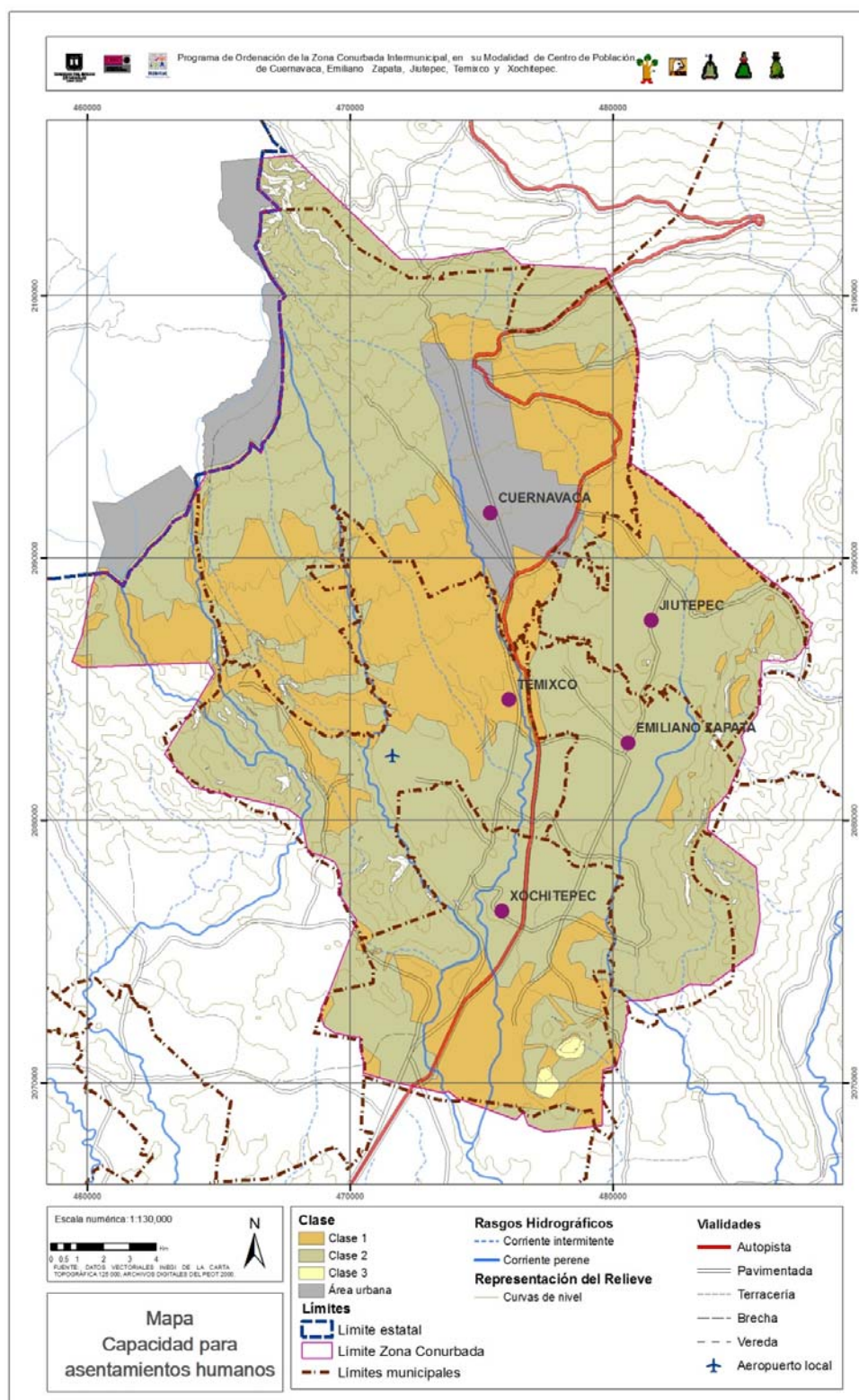
Se puede considerar que no existe suelos que sean totalmente aptos para las actividades urbanas y socioeconómicas, es ahí donde interviene el trabajo de la planeación, que debe analizar y proponer las áreas con mayor aptitud, es decir que perturben lo menos posible el entorno ecológico y donde sea más factible la inducción de infraestructura, equipamiento y servicios.

En la siguiente imagen se puede observar que, los suelos con mayor aptitud para el desarrollo de asentamientos humanos y su infraestructura complementaria, mismos que corresponden a la Clase 1, se identifican al sur de Cuernavaca continuando su extensión al norte de Temixco conformando la proporción mayor con esta aptitud dentro de la conurbación. Otra fracción se ubica al nororiente de la conurbación en una superficie que incide en la parte oriente de Cuernavaca y el norte de Jiutepec.

Se ubica otra porción de suelos con aptitud para asentamientos humanos al sur de Xochitepec, además de otras fracciones más pequeñas al suroriente y poniente del mismo.

CLASIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ASENTAMIENTOS HUMANOS E INFRAESTRUCTURA

Clase	Aptitudes	Limitantes
1	Suelos con hundimientos, colapsos, corrosión, etcétera. Requiere normas regulares.	Ninguna
2	Pocas limitantes y muy específicas al tipo de construcción. El costo adicional a la inversión inicial suele ser poco.	Pendiente que restringe la inversión
3	Desarrollo urbano con medidas estrictas y alto grado de riesgo y a muy alto costo.	Los suelos promueven la corrosión de diferentes estructuras.
4	Ninguna	Alto grado de pendiente, inundabilidad constante, corrosión.



2.3.5. Calidad ecológica de los recursos naturales

En la actualidad nos enfrentamos a un grave problema de uso intensivo de los recursos naturales, un agotamiento que no hemos valorado en cuestión del déficit que se genera de la dinámica utilización-recuperación, por lo que es esencial plantear y ejecutar los mecanismos que nos permitan la recuperación de los recursos antes de llegar a un punto en que el daño sea irreversible.

Debemos en primera instancia realizar un cotejo de la calidad de los recursos, mismo que nos permita conocer nuestro potencial natural que nos permitirá planear y ejecutar objetivos, políticas y estrategias de revertir ese déficit es necesario controlar de forma sustentable el desarrollo de los centros de población y las actividades económicas que generan las mismas,

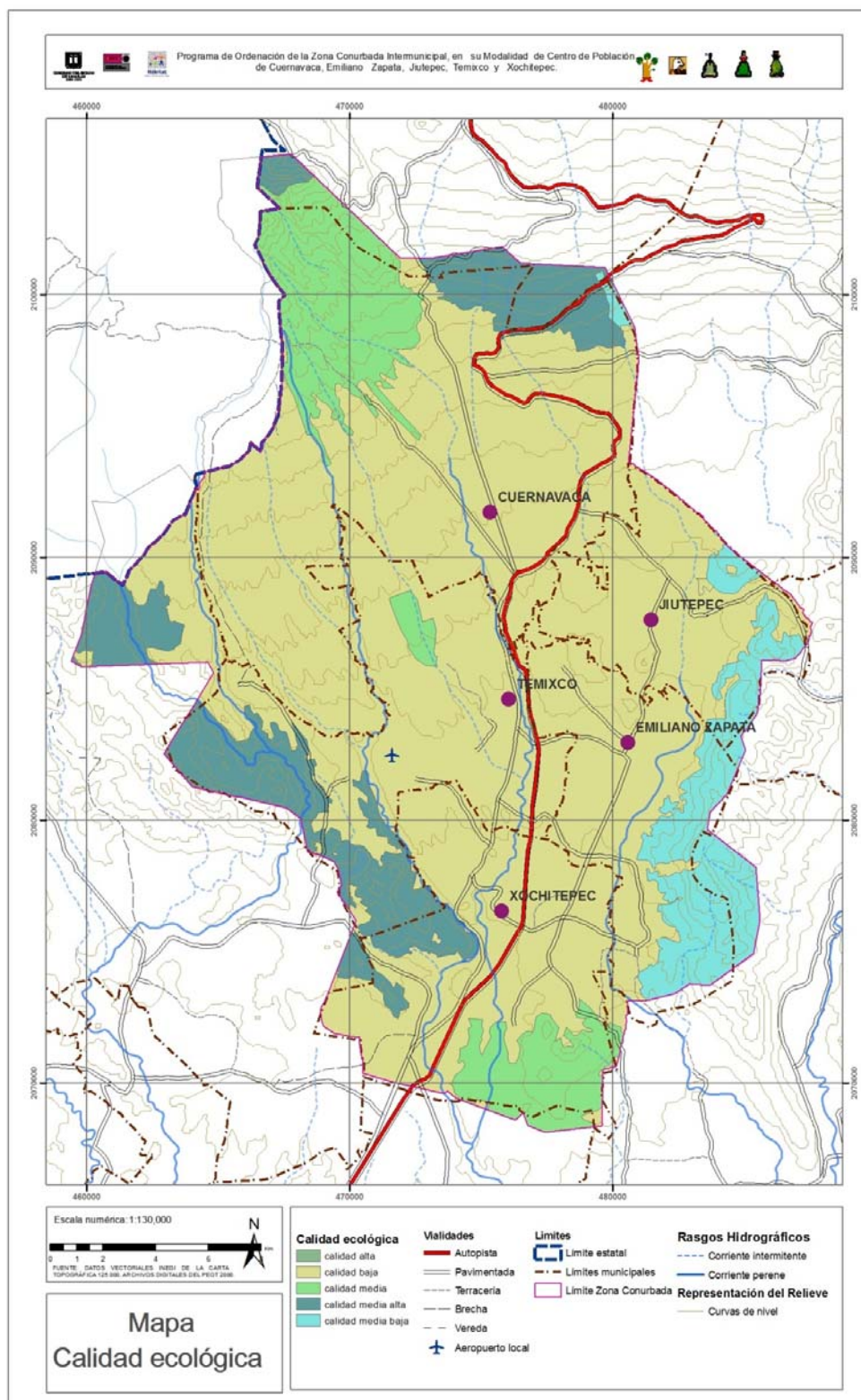
Para conocer las características presentes en el ecosistema, se formulará una evaluación de calidad ecológica que incluya indicadores bióticos, lo que nos permitirá analizar y conocer el estado que guardan los recursos naturales en determinada superficie. Los indicadores a utilizar son físicos, químicos, y bióticos; los resultados nos muestran el grado de fragmentación causado por cambios de uso, tala, erosión, etc.

Se considera que el grado de fragmentación es el mejor indicador del estado de salud ecológica que guarda un ecosistema, por lo que este puede ser usado de manera específica para evaluar el estado de los recursos bióticos de una región, aunque no está demás generar otros tipos de indicadores para hacer retrosección y prospección de los tipos de cambios en el ecosistema.

Los parámetros utilizados para valorar la conservación se interpretarán de la siguiente manera:

Calidad/Vegetación	Descripción	Grado de conservación
ALTA (Alta cantidad, alta continuidad)	Regiones con vegetación consolidada y con un grado muy bajo de perturbación por actividad antropogénica.	Óptimo
(MEDIA ALTA) Alta cantidad, baja continuidad.	Vegetación en igual densidad que la anterior pero con un alto grado de actividad antropogénica interna, se relaciona con actividades de tala selectiva. Lo que le da un aspecto de "parches" dentro del bosque, la tendencia es hacia formar un bosque abierto con una baja calidad ecológica.	Bueno
(MEDIA y MEDIA BAJA) (Moderada cantidad, baja continuidad)	La densidad pasa a ser moderada y con parches de mayor área que el anterior, muchos por asentamientos humanos primarios y fuertes actividades agrícolas, se presentan, los cambios de uso de suelo son la principal causa de degradación ecológica en ellos, así como patrones de erosión pluvial.	Preventivo
BAJA (Baja cantidad, baja continuidad)	La densidad es muy baja, las áreas sin vegetación se consolidan y el paisaje cambia de natural a urbano, la calidad ecológica es muy baja.	Emergencia

Fuente: PROEDU 2007-2012



La imagen anterior nos muestra la calidad ecológica de los recursos naturales dentro del territorio de los municipios que conforman la conurbación, información que en base a los parámetros establecidos para la valorización, se interpreta que una gran zona central se define como la de menor calidad ecológica, misma que corresponde predominantemente a donde se asientan las actividades urbanas y su entorno a ellas.

Por el contrario las zonas que cuentan con un grado de conservación alta y medio alta que corresponde a áreas con pocas o muy ligeras actividad humanas, lo que beneficia en un bajo nivel de perturbación ecológica. Estas zonas se pueden apreciar al norte de Cuernavaca, que a su vez incide en la poligonal del Área Natural Protegida “Corredor Biológico Chichinautzin”. Se identifica otra porción en una franja que se extiende en la parte poniente de los municipios de Cuernavaca, Temixco y Xochitepec.

Las zonas con valoración de calidad media se localizan en el municipio de Cuernavaca en su parte norte y en Xochitepec al sur del municipio. En relación a la calidad ecológica de nivel media baja, se visualiza un área que incide en los municipios de Jiutepec y Emiliano zapata, en la zona oriente de la conurbación.

2.3.6. Uso del suelo

El suelo es considerado como uno de los recursos naturales más importantes para el medio ambiente, de ahí la necesidad de mantener su potencial, para que a través de las prácticas adecuadas se establezca un equilibrio las zonas de sustento ecológico, las de producción de alimentos y el medio social.

Los suelos se forman por la combinación de cinco factores interactivos: material parental, clima, topografía. Organismos vivos y tiempo.

Como uso de suelo se entiende a la actividad que se desarrolla o se podrá desarrollar en un predio ya sea rural, urbano o de conservación en base a lo establecido en su planificación del territorial.

Los terrenos con aptitud de conservación poseen capacidades para desarrollar principalmente actividades ecológicas, y por el contrario baja capacidad para soportar diversas actividades humanas y socioeconómicas. Esta diversidad de aptitudes del suelo conforman una zonificación, la cual se plasma en la siguiente imagen que nos muestra la distribución del los usos del suelo en la Zona Conurbada de Cuernavaca.

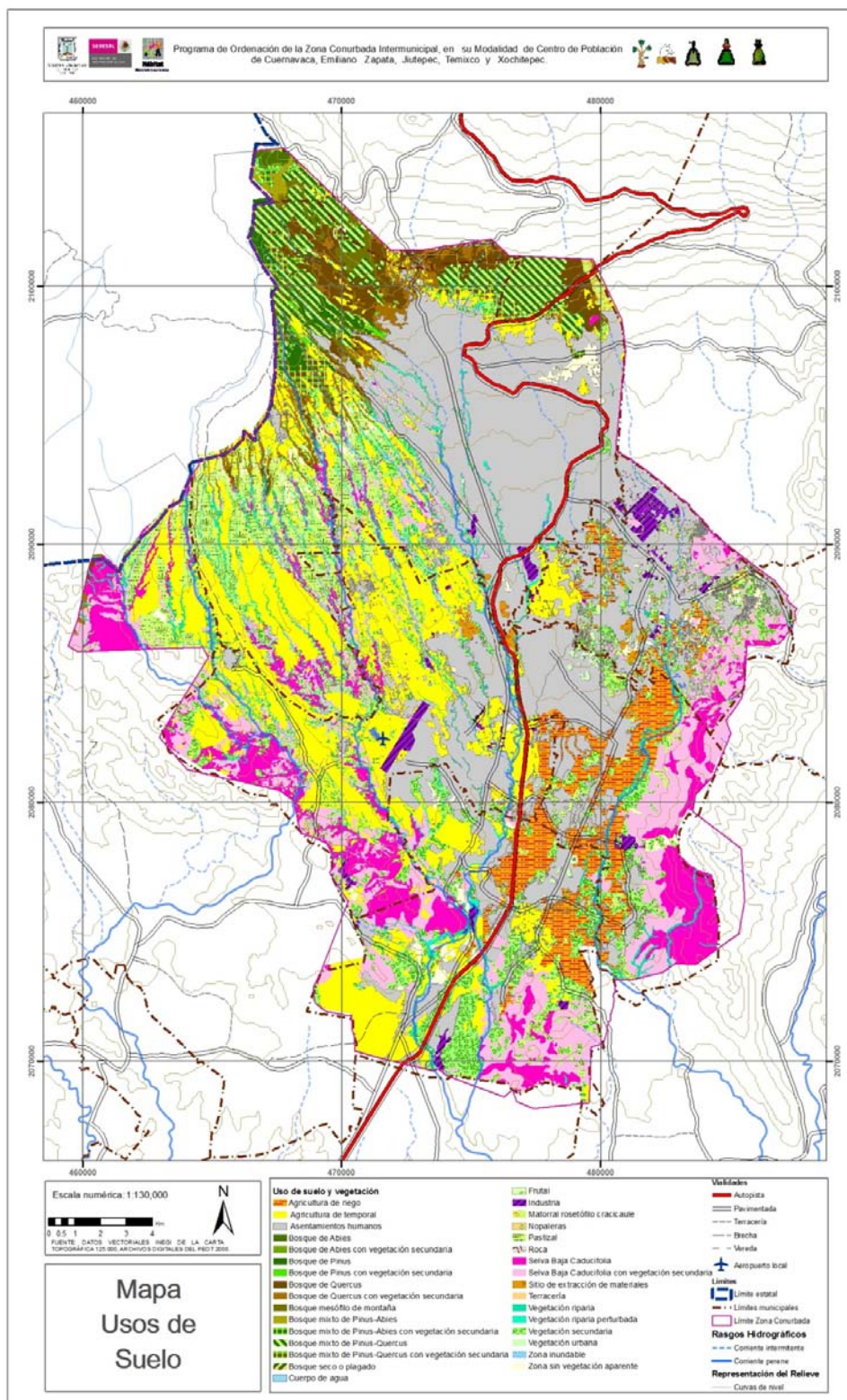
Ya sea en base a su aprovechamiento o a su utilización, se definen a continuación los diversos usos del suelo identificados en la Conurbación Cuernavaca.

• Forestal	- Bosque - Selva baja caducifolia
• Agrícola de riego	
• Agrícola de temporal	
• Pastizal	
• Urbano	- Habitacional - vial - Comercial - Equipamiento - Industrial - Turístico recreativo - Industrial (extractiva, agroindustria y de transformación)
• Cuerpo de agua	- Lago - Laguna - Vado - Río - Barranca

La transformación que en términos físico territoriales ha tenido el Municipio de Emiliano Zapata en los últimos años se manifiesta en su crecimiento poblacional, la extensión de sus áreas urbanas y la pérdida de los suelos agrícolas al experimentar el cambio de uso del suelo; la dinámica de crecimiento que ha experimentado la Zona Conurbada de Cuernavaca ha impactado indudablemente al territorio de Emiliano Zapata; así, este Municipio se convierte en alternativa de residencia ante la escasa disponibilidad de suelo urbano que empieza a manifestarse en la ciudad capital y en Jiutepec, principalmente; Xochitepec empieza a resentir efectos similares en su comportamiento urbano.

En las áreas urbanas del Municipio de Emiliano Zapata predominan los usos del suelo habitacionales de tipo popular. Las zonas habitacionales muestran una mezcla amplia de usos, principalmente comerciales de nivel básico; el comercio especializado se ha venido desarrollando a lo largo de las calles y avenidas principales, generando los llamados “corredores urbanos” o corredores comerciales. Por otro lado, la ocupación del suelo que se ha venido manifestando en los últimos años, fuera propiamente de la traza urbana del Municipio, se da prácticamente en dos actividades que los ejidatarios han encontrado.

Las primeras, con el obvio impacto negativo, ya que la materia prima es la capa fértil del suelo y los beneficios económicos son muy superiores a que si trabajaran la tierra. Los segundos, al buscar lugares lo más cercanos a las localidades y con los mejores servicios e infraestructura, prácticamente se entretejen con las citadas trazas urbanas.



Dentro del ámbito de estudio los usos de suelo se clasifican de la siguiente forma:

Uso del suelo	Superficie (ha)	%
Agrícola de riego	16,624.25	12.90
Agrícola de temporal	21,868.29	16.97
Selva baja caducifolia	74,992.53	58.19
Pastizal	5,991.96	4.65
Preservación de barrancas	1,447.89	1.12
Cuerpos de agua ¹	926.18	0.72
Uso urbano	6,663.84	5.17
Uso turístico recreativo ²	150.90	0.12
Agroindustrial	30.43	0.02
Industria de extracción	154.67	0.12
Otros ³	26.36	0.02
Total	128,877.3	100.00

Fuente:

1.- Incluye el lago de Tequesquitengo, la presa Ahuehuetzingo y la presa Tilzapotla.

2.- Incluye a los balnearios Issstehuitla, Las Palmas, Apotla, Puente de Ixtla, Aqua Splash, Parque acuático el Rollo y balneario las huertas

3.- Incluye balnearios del municipio de Zacatepec INIFAP.

2.3.7. Peligro y amenazas naturales

Las amenazas naturales son aquellos elementos del medio ambiente que son peligrosos al hombre y que están causados por fuerzas extrañas a él como lo son los fenómenos naturales.

Un fenómeno natural es un cambio de la naturaleza que sucede por si solo sin intervención directa del hombre. Aquellos procesos permanentes de movimientos y de transformaciones que sufre la naturaleza se clasifican de la siguiente manera:

ATMOSFERICOS

Granizo

Huracanes

Incendios

Tornados

Tormentas Tropicales

HIDROLOGICOS

Inundación costera

Desertificación

Salinización

Sequía

Erosión y sedimentación

Desbordamiento de ríos

Olas ciclónicas

SISMICOS

Fallas

Temblores

Dispersiones laterales

Licuefacción

Tsunamis

Seiches (olas en cuerpos de agua)

VOLCANICOS

GEOLOGICAS/HIDROLOGICAS

INCENDIOS

Tefra (cenizas, lapilli)	Avalanchas de ripio	Matorrales
Gases	Suelos expansivos	Bosques
Flujos de lava	Deslizamientos	Pastizales
Corrientes de fango	Desprendimiento de rocas	Sabanas
Explosiones laterales	Deslizamientos submarinos	
Flujos piroclásticos	Hundimiento de tierra	

Cuando estos fenómenos naturales tienen el potencial de afectar adversamente al ser humano, sus estructuras y actividades se convierte amenazas naturales. Por ejemplo un evento físico como la erupción volcánica que no afecta al ser humano, es un fenómeno natural; pero si este fenómeno ocurre en regiones pobladas es un evento que se convierte en una amenaza natural. Un evento peligroso que causa fatalidades y/o serios daños más allá de la capacidad de respuesta humana es un desastre natural. Un desastre no es un proceso exclusivamente natural, si no es un evento natural que ocurre en lugares donde hay actividades humanas.

LLUVIAS TORRENCIALES E INUNDACIONES

Una inundación es producto de las fuertes lluvias, tormentas tropicales y/o huracanes que generan un exceso de agua en los ríos que sobrepasa su límite provocando el desbordamiento.

Dentro de la Zona Conurbada de Cuernavaca el municipio que presenta problemas de inundaciones es Jiutepec en Laguna Seca en Tejalpa. A nivel de centro de población la CONAGUA detectó estadísticamente los sitios susceptibles de inundación ubicándolos en barranca del rastro en Cuernavaca, colonia mártires del Río Blanco y Bugambillas, barranca Puente Blanco en Jiutepec y Laguna Seca entre otros.

HELADAS

La helada es un fenómeno climático que consiste en un descenso de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua y hace que el agua que está en el aire se congele depositándose en forma de hielo en las superficies. Otra condición para que la helada se produzca es que la humedad relativa del aire sea superior al 60%, de lo contrario no habrá suficiente agua en la atmósfera para depositarse en las superficies. La última condición para que esto se produzca es que el viento no sea intenso, de lo contrario, el agua no podrá depositarse.

La helada representa un riesgo por lo estragos que causa especialmente en el sector agrícola, este fenómeno también se manifiesta en una distribución por frecuencia de días con heladas como sigue: la mayoría de la superficie estatal tiene una frecuencia de heladas de baja a media (de 1 a 50 días) en el norte es alta (de 51 a 100 días), muy altas en la parte correspondiente a la zona norte del estado, principalmente en las zonas de mayor altitud como Huitzilac y Tepoztlán y continuando hacia el oriente hasta la región del Popocatepetl, en donde se presentan durante prácticamente seis meses.

Municipio	Probabilidad de heladas		
	Alta	Media	Baja
Huitzilac		*	
Tepoztlán		*	

En el resto de los municipios del área de estudio la probabilidad de que se presenten este tipo de inclemencias es muy baja.

Por su parte las nevada es un tipo de precipitación sólida constituida por cristales microscópicos de forma hexagonal que caen individualmente o agrupándose en copos de tamaño y estructuras muy variadas. Se forman a bajas temperaturas y para que no licuen antes de llegar al suelo, es necesario que, entre el copo y la nube la temperatura sea inferior a cero grados centígrados. Las nevadas también causan daños a la población, sin embargo, en Morelos este fenómeno sólo se presenta en las partes altas del Popocatepetl y Chichinautzin, incidiendo dentro del área de estudio en el municipio de Huitzilac.

RIESGOS SÍSMICOS

El estado de Morelos, por su ubicación geográfica, dentro del área de influencia de la actividad tectónica en las costas del Pacífico, está considerado en su totalidad como de riesgo sísmico; sin embargo, se distinguen áreas o microzonas más vulnerables a los sismos, esta vulnerabilidad obedece a la relación entre fallas geológicas y la sismicidad.

De acuerdo al análisis de Peligro Sísmico realizado por el CENAPRED, en el Estado de Morelos estas microzonas, en la zona conurbada de Cuernavaca se localiza la falla geológica conocida como Fractura Clarión, que corre del noroeste al sureste, partiendo de la Colonia del Bosque, continua en dirección centro y sureste hasta llegar a San Gaspar en el municipio de Jiutepec. Existe otra falla de primer orden que se inicia en el centro de Cuernavaca, continuándose hacia el al sur, pasando por los poblados de Temixco, Real del Puente y Atlacholoaya. A continuación se clasifican los municipios que inciden en el área de estudio se ven afectados por las siguientes fallas:

Municipio	Falla circular	Falla de primer orden	Fractura Clarión
Cuernavaca		*	*
Temixco		*	

Xochitepec		*	
Tepoztlán		*	
Yautepec			*

En el ámbito del Estado pueden reconocerse áreas o microzonas de mayor vulnerabilidad sísmica, relacionadas en base a las fallas geológicas y su nivel de sismicidad. Dentro de estas microzonas se especifican los municipios en las que inciden

Área 1.- ubicada en la parte norte del Estado y se integra por los municipios de Cuernavaca, Jiutepec, Yautepec, Tepoztlán, Cuautla, Yecapixtla, Ocuituco, Tetela del Volcán y Zacualpan.

Área 2.- Localizada al oeste del territorio estatal, integrada por los municipios de Temixco, Xochitepec, Zacatepec, Tlaquiltenango y Jojutla.

INESTABILIDAD DE SUELOS

En los bordes de las barrancas y la periferia del municipio de Cuernavaca, estratos calizos descansan sobre pizarras arcillosas provocando riesgos de deslizamientos de grandes masas de tierra sobre construcciones localizadas en estas zonas, localizándose riesgos por la acción de suelos inestables en forma generalizada en los municipios de Cuernavaca, Jiutepec, Emiliano Zapata y Temixco.

2.3.8. Áreas naturales protegidas³

Las áreas protegidas son áreas determinadas a un marco legal e institucional definido para garantizar la conservación de sus particularidades y riquezas medioambientales.

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son las zonas del territorio nacional que por sus características bióticas y el beneficio ambiental que generan a su entorno requieren ser preservadas, esto es mediante decretos federales, decretos estatales y declaratorias municipales.

Para complementar los instrumentos jurídicos antes mencionados se formulan los programas de manejo, en los cuales se definen lineamientos a seguir en el ANP, lo que beneficia en un manejo sustentable evitando la alteración de mismas originadas por las actividades del ser humano.

En Morelos, la quinta parte del territorio estatal, está sujeto a regímenes especiales de protección y conservación de la biodiversidad, las cuales se agrupan en las siguientes categorías: Parque Nacional, Área de Protección, Parque Estatal, Reserva Estatal y Parque Urbano Estatal, además de las áreas de preservación ecológica establecidas dentro de los programas de desarrollo urbano municipal. El interés de proteger el patrimonio ecológico de los municipios que

³ Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas.- www.ceamamorelos.gob.mx

integran la entidad, tiene por objeto resguardar nuestros recursos naturales del negativo aprovechamiento y la degradación que en él generan los poblados cercanos a ellos.

En proporción a su territorio, el estado de Morelos posee una de las mayores superficies decretadas para la conservación; cuenta con 10 áreas protegidas, cuatro de carácter federal, cinco de carácter estatal y una de competencia municipal.

Áreas naturales protegidas en el área de estudio

Nombre y categoría	Categoría de protección	Superficie	
		(Ha)	%
Lagunas de Zempoala	Parque Nacional	3,965	0.80
El Tepozteco	Parque Nacional	23,800	4.80
Corredor Biológico Chichinautzin	Área de protección	37,302	7.52
El Texcal	Parque Estatal	258.93	0.05
Sierra de Montenegro	Reserva Estatal	7,328	1.48
Barranca de Chapultepec	Parque Urbano Estatal	20	0.004

Parque Nacional Lagunas de Zempoala

Categoría	Parque Nacional
Tipo de decreto	Federal
Fecha de decreto	27 de Noviembre de 1936, con modificaciones el 19 de mayo de 1947
Superficie	4,669 has. de las cuales le corresponden a Morelos 3,965 has.
Ubicación	Al noroeste del estado, en el municipio de Huitzilac Limita al oriente con el Estado de México, dentro de los municipios de Huitzilac y Ocuilán de Arteaga respectivamente.
Vegetación dominante	Bosque de pino y bosque mixto

El parque enfrenta problemas en su conservación y rehabilitación de los cuerpos de agua, suelo y biota debido a la contaminación por desechos sólidos. La tala clandestina inmoderada y deforestación, el inminente avance de las fronteras ganadera, agrícola y urbana sobre la zona forestal, el saqueo y cacería furtiva; y por la introducción de peces exóticos (Contreras-MacBeath, 1995).

Parque nacional El Tepozteco

Categoría	Parque nacional
Tipo de decreto	Federal
Fecha de decreto	22 de noviembre de 1937
Superficie	23,800 has.
Ubicación	Se localiza al norte del estado en el municipio de Tepoztlán colinda al norte con el Distrito Federal
Vegetación dominante	Bosque de abies, bosque mixto de pino-encino

El parque comprende el volcán Chichinautzin, la sierra de Tepoztlán (donde se ubica la pirámide del Tepozteco), el valle donde se asienta el pueblo de Tepoztlán y por los cerros que rodean este valle. La vegetación dominante son los bosques de clima templado y frío (oyamel, pino-encino), así como también se observa selva baja caducifolia en sus partes bajas. Actividades: campismo, excursionismo y arqueológicas.

Por su valor ecológico y su importancia en la recarga de los mantos acuíferos, estos parques forman parte del área de protección ecológica del Chichinautzin.

El plan de manejo no define claramente la zonificación del área, no indica la presencia de zonas núcleo, de amortiguamiento u otra categoría que permita la protección de los biomas naturales.

Corredor Biológico Chichinautzin

Categoría	Área de protección de la flora y fauna silvestre y acuática.
Tipo de decreto	Federal
Fecha de decreto	30 de noviembre de 1988
Superficie	37,302.40 Ha
Ubicación	Se localiza al noroeste del estado en los municipios de Huitzilac, Tepoztlán, Tlalnepantla, Tlayacapan y Yautepec, limitando al norte con el Distrito Federal.
Vegetación dominante	Bosque de pino, bosque de pino-encino y en las zonas más altas bosque de Abies.

El corredor biológico Chichinautzin, comprende tres parques nacionales, Cumbres del Ajusco, Lagunas de Zempoala y El Tepozteco, las dos últimas se encuentran en territorio Morelense. Esta ANP fue la primera reserva mexicana creada bajo la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre y Acuática. La zona se encuentra sujeta a una presión continua provocada por los efectos de tala inmoderada, extracción ilegal de tierra, la ampliación de la frontera agrícola, la invasión de predios para la construcción de viviendas y la cacería furtiva.

Parque Estatal El Texcal

Categoría	Parque Estatal el Texcal
Tipo de decreto	Estatal
Fecha de decreto	Decretado del 17 de febrero del 2010
Superficie	258.93 hectáreas
Ubicación	Se ubica en la porción noroeste del estado, en los municipios de Tepoztlán y Jiutepec encontrándose la mayor parte en este último
Vegetación dominante	Bosque tropical caducifolio

El Texcal está bajo continua presión, principalmente por efectos de la industrialización, urbanización de las zonas aledañas y los asentamientos irregulares, particularmente en su zona sur y oeste en donde se encuentra el área industrial y urbana de Cuernavaca. Considerado "La Cisterna de Morelos", pues ahí se capta, escurre y se almacena el agua que recarga el acuífero de

Cuernavaca, tiene una cubierta vegetal de selva baja caducifolia, así como varios ecotonos donde se mezclan individuos de ecosistemas de selva, bosque de encinos y matorral rosetófilo.

Reserva estatal Sierra de Montenegro

Categoría	Reserva Estatal.
Tipo de decreto	Estatal
Fecha de decreto	Decretado el 10 de junio de 1998
Superficie	7,328. ha.
Ubicación	Se localiza en la porción central del estado, en los municipios de Yautepec, Jiutepec, Emiliano Zapata y Tlaltizapán.
Vegetación dominante	Bosque tropical caducifolio.

La Reserva Estatal Sierra de Montenegro administrada por el Gobierno del Estado y los municipios de Jiutepec, Yautepec, Emiliano Zapata y Tlaltizapán. Posee dos áreas núcleo Monte Negro con 477.33 ha. y Las Trincheras con 1,112.24 ha.; así como una zona de amortiguamiento de 5,770.76 ha.

La Reserva puede ser una importante para el desarrollo social, tanto de las comunidades que son poseedoras de la tierra donde se ubica la reserva (Jiutepec, Yautepec, Emiliano Zapata y Tlaltizapán) como para los alrededores. Una de las principales carencias de estas comunidades es el abastecimiento de agua, siendo que esta zona es una de las más importantes para la captación de agua por lluvia en la región.

Parque Urbano Barranca de Chapultepec

Categoría	Parque urbano estatal
Tipo de decreto	Estatal
Fecha de decreto	Se decreto el 6 de enero de 1965
Superficie	20. ha.
Ubicación	Se localiza al oriente de la ciudad de Cuernavaca
Vegetación dominante	Bosque de galería.

El parque fue decretado el 6 de enero de 1965. Su administración corre a cargo del Gobierno del Estado. El parque presenta contaminación en el agua, introducción de especies de fauna y flora problemas derivados de una fuerte presión de la mancha urbana.

A pesar de los esfuerzos realizados para proteger los ecosistemas morelenses con la creación de reservas ecológicas, los bosques y selvas, así como la fauna asociada a ellas, se encuentran en proceso acelerado de deterioro y con una tendencia que se advierte difícil de detener a corto plazo y casi imposible de revertir. Los cambios de uso del suelo causados por la tala de los bosques y selvas para el uso urbano, tales como el establecimiento de viviendas (fraccionamientos autorizados o invasiones ilegales), industria y servicios, además de la quema de bosques y selva para la apertura de terrenos para uso agropecuario, han reducido las áreas forestales sujetas a conservación. Así

también han generado problemas de contaminación ambiental por basura, la cual se deposita a cielo abierto en tiraderos clandestinos; generación de aguas negras las cuales se descargan directamente a arroyos y barrancas, además de su peligrosa infiltración en el subsuelo, causando la contaminación de los mantos acuíferos subterráneos.

En resumen, el estatus de la calidad de los recursos naturales para la Zona Conurbada es de baja conservación en el 90 % del territorio, es decir, donde existen actividades antropogénicas, lo que le otorga su calidad de pobreza ecológica. Al norte de Cuernavaca donde se encuentra el corredor Chichinautzin, al noreste de Jiutepec donde se ubica El Texcal, y al oriente en la Sierra de Montenegro entre los municipios de Jiutepec y Emiliano Zapata se consideran sistemas frágiles, por ser más susceptibles a cualquier cambio en su estructura ecológica, con consecuencias severas a los demás elementos naturales como suelo y vegetación.

2.3.9. Integración de cuencas y subcuencas ⁴

La región hidrológica núm.18 (RH18) contiene a la mayor parte del estado de Morelos, esta región se subdivide en tres cuencas hidrológicas, incidiendo el total de la zona de estudio dentro de la Cuenca F correspondiente a la cuenca del Río Grande Amacuzac.

Esta Cuenca F, a su vez está integrada por 6 subcuencas, incidiendo en la zona de estudio las subcuencas Río Yautepec (18 FC) y Río Apatlaco (18 FD).

La subcuenca del Río Apatlaco se origina de una serie de manantiales que afloran en los límites de los municipios de Huitzilac y Cuernavaca que drenan con dirección Sur y al cual se le suman la descarga del manantial de Chapultepec y de un gran número de barrancas localizadas al centro y poniente de la ciudad de Cuernavaca. A la altura del poblado de Temixco forma una corriente que riega zonas de cultivo de los poblados de Temixco, Acatlipa, Xochitepec, Atlacholoaya, Xoxocotla en el acuífero Cuernavaca y de Tetelpa, Zacatepec y Jojutla de Juárez en el acuífero Zacatepec.

El acuífero Cuernavaca se encuentra superficialmente drenado en su porción oriental por la subcuenca del río Yautepec, a través del río Arquillo o Agua Dulce, los escurrimientos perennes inician en la barranca de la Gachupina, por la descarga natural de los manantiales Las Fuentes y Cuauchiles. Drena con dirección Sur y riega zonas agrícolas de Jiutepec y Emiliano Zapata.

⁴ Estimaciones CEURA S. A. DE C. V., con base en la Síntesis de Información Geográfica del Estado de Morelos, SPP CGESNEGI INEGI. 1981.

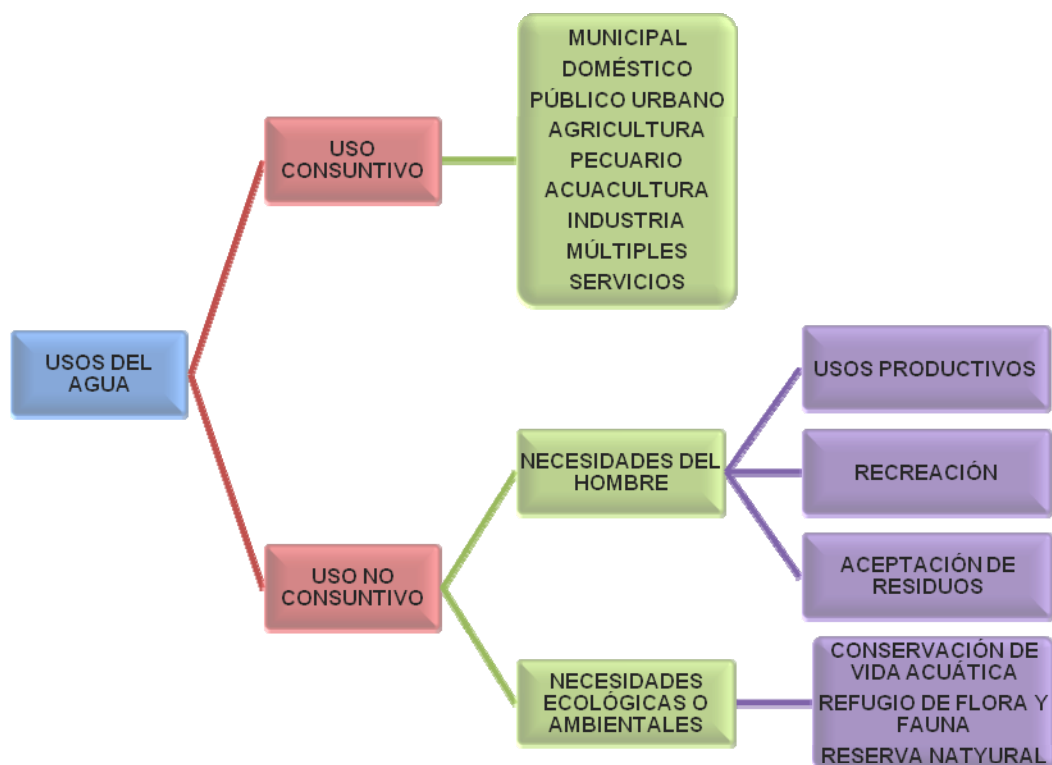
2.3.10. Hidrología

2.3.10.1. Usos del agua

El uso, aprovechamiento y explotación de las aguas superficiales está pautada mediante el Reglamento de las Aguas Nacionales del Estado de Morelos de 1925 y 1926, así como los Decretos Presidenciales de 1953, 1958 y 1966. Estableciéndose el Distrito Nacional de Riego 016 del Estado de Morelos, donde se determinaron las dotaciones de agua para cada comunidad y sus caudales correspondientes; las cuales rigen hasta la fecha. Por lo anterior, no existen volúmenes disponibles para nuevas concesiones. Los principales usos de las aguas superficiales son: agricultura (96.60%), uso doméstico (2.7%) e industrial (0.69%).

Los usos del agua pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- Usos extractivos o consuntivos, y
- Usos no consuntivos



Fuente: www.uach.cl

La Comisión Nacional del Agua regula y controla el aprovechamiento de las aguas subterráneas, donde rige una veda de control, establecida en los decretos

presidenciales de los años 1960, 1963 y 1973, respectivamente. De los 296 millones de metros cúbicos de agua utilizada del acuífero de Cuernavaca, 48.3% se destina al agrícola, 46.1% al uso público urbano, 4.4% al industrial y 1.0% servicios.

CONAGUA reportó en 1998, un total de 328 pozos profundos existentes en el Acuífero Cuernavaca; existen únicamente cuatro norias, dos que pertenecen al Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Cuernavaca S.A.P.A.C (Ocoatepec y Chapultepec II); otra al Sistema de Agua Potable de Jiutepec (Cuauhichiles), y una más corresponde al Sistema Local de Agua Potable de Tejalpa (Ojo de Agua). El Registro Público de Derechos de Agua reportó en el año 2000, que los pozos profundos y las norias tienen un volumen concesionado de 180.5 millones de metros cúbicos. También se registró un total 42 manantiales con una descarga total de 175.24 millones de metros cúbicos anuales.

La ciudad de Cuernavaca se abastece del acuífero del Valle de Cuernavaca, el cual también suministra agua a los municipios de Huitzilac, Emiliano Zapata, Jiutepec, Temixco, la parte norte del municipio de Xochitepec y la región oeste de los municipios de Tepoztlán y Yautepec. Sin embargo, de acuerdo a los registros piezométricos del Acuífero Cuernavaca de los últimos 17 años, el volumen de almacenamiento se ha mantenido constante.

En las últimas dos décadas, la zona conurbada de Cuernavaca tuvo un crecimiento poblacional acelerado, lo que produjo un incremento en la demanda de agua para uso urbano, industrial y de servicios. Así mismo, disminuyó la demanda de agua para riego de cultivos, debido al cambio de uso en el suelo de agrícola a urbano.

En los Municipios de Cuernavaca y Jiutepec, el servicio de agua potable es medido y con tarifas fijas de acuerdo al tipo de usuario, contando con una amplia red de distribución. Pero en el resto de los municipios del área conurbada, el servicio de agua tiene una cobertura baja (60%) y en muchos casos el abasto es nulo, lo que provoca excesos en el consumo, desperdicios y desequilibrio hidráulico en el funcionamiento de los sistemas. Por otra parte, la antigüedad de los sistemas de bombeo y distribución del agua potable y su crecimiento anárquico, originan fallas y roturas constantes de la tubería por la sobrepresión en las redes, generando fugas importantes de agua y el corte en el abasto de este servicio.

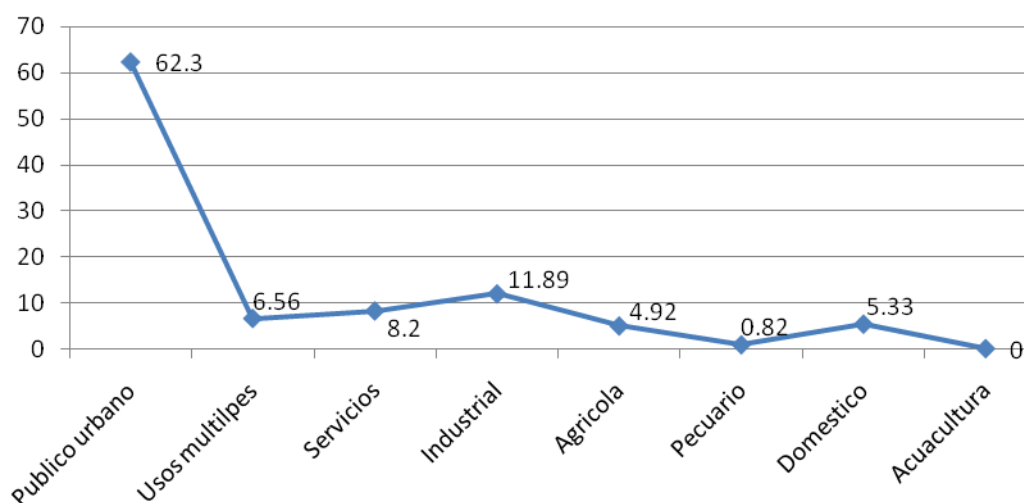
Actualmente, se presentan graves problemas para satisfacer la demanda de agua potable en varias colonias y poblados de la zona de estudio, especialmente en aquellas donde las condiciones naturales no permiten el tendido de redes de abastecimiento, el almacenamiento, y la extracción subterránea del vital líquido.

USOS DEL AGUA EN LA ZONA METROPOLITANA Y CONURBADA DE CUERNAVACA

Municipio	Número de pozos							
	Total	Público urbano	Usos múltiples	servicios	Industrial	Agrícola	Pecuario	Doméstico
Cuernavaca	128	93	9	8	9	3	-	6
E. Zapata	23	12	-	1	-	7	1	2
Jiutepec	45	14	4	7	17	2	-	1
Temixco	28	21	1	2	1	-	-	3
Xochitepec	20	12	2	2	2	-	1	1
Total ZC	244	152	16	20	29	12	2	13
%	100	62,30	6,56	8,20	11,89	4,92	0,82	5,33
Huitzilac	0	-	-	-	-	-	-	-
Tepoztlán	56	20	5	1	-	9	-	21
Yautepec	111	27	14	1	-	24	2	43
Total ZM	411	199	35	22	29	45	4	77
%	100	48,42	8,52	5,35	7,06	10,95	0,97	18,73

Fuente: Comisión Nacional del Agua, Gerencia Regional Balsas, Subgerencia Regional Técnica

USOS DEL AGUA EN LA ZONA CONURBADA DE CUENAVACA



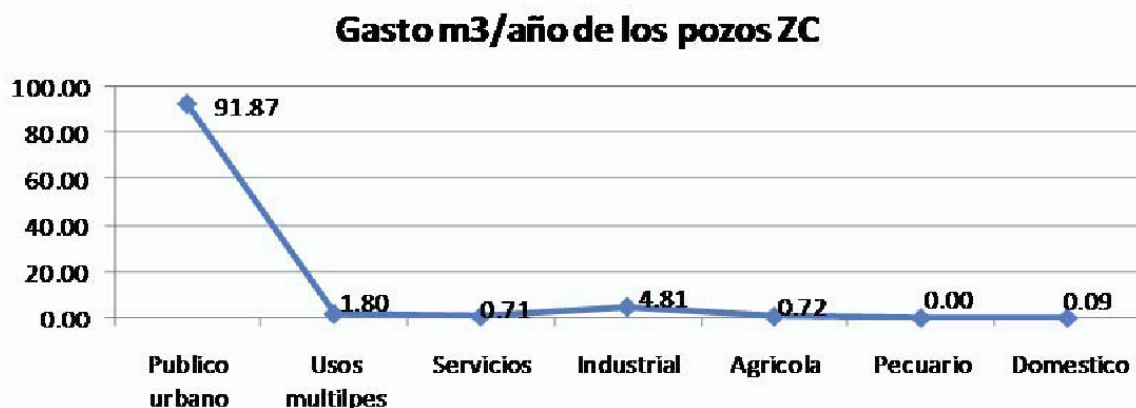
VOLÚMEN DE CONSUMO DE LA ZONA CONURBADA (M3/AÑO)

Municipio	Consumo de pozos (m3/año)							
	Total	Público urbano	Usos múltiples	servicios	Industrial	Agrícola	Pecuario	Doméstico
Cuernavaca	132,375,810.50	126,557,574.00	2,711,157.00	313,898.00	2,681,902.50	8,155.00	0.00	103,124.00
E. Zapata	6,523,816.78	4,783,158.72	0.00	52,416.00	452,288.00	1,218,645.06	5,709.00	11,600.00
Jiutepec	11,216,469.50	5,531,892.50	311,321.00	276,882.00	5,073,124.00	23,250.00	0.00	0.00

Temixco	19,484,641.00	19,137,609.00	38,400.00	219,825.00	48,000.00	0.00	0.00	40,807.00
Xochitepec	4,238,541.80	3,701,465.80	63,583.00	370,318.00	102,765.00	0.00	365.00	45.00
Total ZC	173,839,279.58	159,711,700.02	3,124,461.00	1,233,339.00	8,358,079.50	1,250,050.06	6,074.00	155,576.00
%	100.00	91.87	1.80	0.71	4.81	0.72	0.00	0.09

Huitzilac	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tepoztlán	5,212,818.00	3,108,414.00	84,097.00	4,000.00	0.00	1,964,997.00	0.00	51,310.00
Yautepec	13,668,596.80	7,580,038.00	141,895.71	4,000.00	0.00	5,915,251.20	1,971.00	25,440.90
Total ZM	192,720,694.38	170,400,152.02	3,350,453.71	1,241,339.00	8,358,079.50	9,130,298.26	8,045.00	232,326.90
%	100.00	88.42	1.74	0.64	4.34	4.74	0.00	0.12

Fuente: Comisión Nacional del Agua, Gerencia Regional Balsas, Subgerencia Regional Técnica



2.3.10.2. Contaminación del agua

La contaminación de arroyos, barrancas y ríos por descargas de agua residual de uso urbano e industrial, es uno de los mayores problemas de contaminación que afectan a la zona conurbada de Cuernavaca. El acelerado crecimiento poblacional y aumento en el número asentamientos irregulares, y también en los servicios, generan cantidades importantes de aguas residuales de uso urbano e industrial., así como los excedentes del riego agrícola. La mayor parte de éstas, se descarga sin previo tratamiento en ríos, arroyos y cauces, debido a que no existe suficiente infraestructura de saneamiento, y en la mayoría de los casos opera con bajos niveles de eficiencia. Por lo anterior, las corrientes superficiales de régimen perenne o intermitente, se han convertido en colectores de drenajes, con el alto riesgo de contaminar por escurrimiento o filtración el acuífero Cuernavaca.

Aguas Residual de Uso Urbano.

En la zona conurbada de Cuernavaca, el proceso de contaminación hídrica se ha dado en la mayoría de los escurrimientos que cruzan por la zona urbana. Los puntos de mayor contaminación del agua son:

1. El Río Apatlaco que corre por los municipios de Huitzilac, Cuernavaca, Jiutepec, Temixco, Emiliano Zapata, Tlaltizapán, Xochitepec, Puente de Ixtla.

De manera subterránea y superficial, este río atraviesa la zona montañosa y aflora en El Túnel y en los manantiales de Chapultepec en Cuernavaca. En esta zona inicia su contaminación por desechos domésticos, industriales y de servicios al recibir las aguas de las barrancas del centro y poniente como son: El Pollo, Pilcaya, Amanalco, El Limón, Tlazala y Los Sabinos. Su calidad se agrava, cuando recibe los aportes de aguas de uso urbano e industrial de las barrancas de Puente Blanco, en Jiutepec y la Cachupina en Emiliano Zapata. Conforme llega a pendientes menos pronunciadas, aumenta su contaminación, principalmente por la descarga de aguas residuales municipales, y del Ingenio Emiliano Zapata de Zacatepec.

2. La conurbación de las localidades de Jiutepec, Tejalpa y Tlahuapan Municipio de Jiutepec, que reciben las aguas residuales industriales de CIVAC, que al infiltrarse a los acuíferos, han incorporado diversos tipos de contaminantes.
3. La Barranca del Pollo, que transporta parte de las aguas residuales de los Municipios de Cuernavaca y Temixco y las deposita en el río Apatlaco.

Así también, se considera a los Municipios de Jiutepec y Emiliano Zapata como los más afectados por la contaminación de aguas de uso industrial, y se considera a los Municipios de Jiutepec, Emiliano Zapata y Temixco, entre los más contaminados por las aguas de uso urbano.

El acuífero del valle de Cuernavaca en el área de CIVAC y sus alrededores, se encuentra en latente riesgo de contaminación por las características del sustrato geológico, por las condiciones de desalojo de las aguas residuales, y por la forma de relieve. Por lo cual, las aguas residuales se infiltran y contaminan los mantos acuíferos.

Por otra parte, el gobierno estatal y la CONAGUA establecieron en el 2007 la Comisión de la Cuenca del Río Apatláco, que con una inversión, hasta la fecha de 266.2 millones de pesos, ha construido la planta de tratamiento de aguas residuales El Encanto, en el municipio de Emiliano Zapata, con una capacidad total de 120 litros por segundo, la cual beneficia a 18,700 habitantes de las colonias populares de este municipio. Así también, esta Comisión invertirá en la ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas del Ejido de Acapantzingo, para aumentar su capacidad a 800 litros por segundo y lograr el reciclamiento del 75% de las aguas residuales de la ciudad de Cuernavaca. El programa de saneamiento integral de la Cuenca del Río Apatláco, incluye los Municipios de la zona conurbada de Cuernavaca, donde además funcionan otras pequeñas plantas tratadoras de aguas residuales en las colonias Lomas de Cortés, FOVISSSTE Las Aguilas, en las áreas recreativas El Parque Chapultepec

y la Alameda de la Solidaridad; así como en las industrias Tecnos en Ahuatepec y Colorantes Xochi, en Xochitepec.

Esta misma comisión, tiene en proceso de ejecución 6 plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas en las localidades de Chipitlán y Buenavista en el Municipio de Cuernavaca; La Cachupina en el Municipio de Jiutepec; dos más en el Municipio de Emiliano Zapata y una última el Municipio de Xochitepec.

Sin embargo, la zona conurbada de Cuernavaca continúa con serios problemas de contaminación de ríos y barrancas, así como de sus mantos freáticos, debido a la falta de sistemas de drenaje y alcantarillado en muchos de los asentamientos irregulares que se establecieron en los últimos 20 años. La mayoría de estas colonias altamente densificadas, descargan sus aguas negras directo al subsuelo y/o en los arroyos canales pluviales sin ningún tratamiento previo.

Por otra parte, el agua de manatales que se usaba para irrigar campos agrícolas, se usa para abastecer a la población urbana, por lo que son más las tierras que se riegan con aguas residuales de uso urbano, generando la contaminación de los suelos agrícolas con materiales fecales y bacterias peligrosas para la salud.

En el estado de Morelos los cultivos que consumen mayor cantidad de plaguicidas (algunos de ellos prohibidos por la EPA, en Estados Unidos) son maíz, sorgo y jitomate, y de los municipios más afectados por la contaminación del agua de retorno agrícola con tales sustancias esta Emiliano Zapata.

Aguas Residuales de Uso industrial

El sector industrial consume del orden de 32 millones de metros cúbicos al año, del cual se estima que 80% se descarga como agua residual de los procesos de producción, lo que ha provocado que la mayoría de los ríos se encuentren en diversos niveles de contaminación.

En la zona conurbada, específicamente en el Municipio de Jiutepec, se localiza la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC), que opera desde 1966 y concentra alrededor de 150 empresas, entre las que se encuentran la armadora Nissan Mexicana, Laboratorios Givaudan, entre otras.

En la década de los 70s, se construyó en el Municipio de Jiutepec, la planta de tratamiento de aguas residuales ECCACIV (Empresa para el Control de la Contaminación de CIVAC). Esta planta trabajó con deficiencias y causó la contaminación de los suelos agrícolas de Jiutepec, Emiliano Zapata, Temixco y Xochitepec. Ante esta situación, en 1996 esta planta modernizó su sistema de tratamiento de aguas residuales, mediante la instalación de un sistema de Torres Biológicas/KROFTA, con una capacidad para recibir y tratar hasta 210 litros por segundo de agua residual colectada a través de una red de 12 kilómetros de conductores, a los que están conectadas las industrias de CIVAC, así como aguas de origen urbano procedentes del Municipio de Jiutepec. El agua tratada de esta

planta, se descarga a los ríos aledaños, para ser utilizada en el riego de cultivos diversos. Los costos de operación y mantenimiento de ECCACIV son sufragados por los industriales, que pagan una cuota de acuerdo a la cantidad de su descarga, mientras que el tratamiento de las aguas del sector urbano es gratuito.

2.3.10.3. Aguas superficiales

De acuerdo al valor promedio de la precipitación para el Estado de Morelos se tiene un potencial hidráulico de 4,842 millones de metros cúbicos, del cual 64% se evapora, 29% escurre superficialmente en los ríos de la entidad. El restante 16% se infiltra y recarga los acuíferos, localizados en cada uno de los valles del estado.

El Estado de Morelos se encuentra en la Región Hidrológica No. 18 Río Balsas, con una superficie de 4,958 kilómetros cuadrados, y un volumen calculado en 2,838 millones de metros cúbicos de escurrimiento anual. Sin embargo, aproximadamente el 75% de este volumen transita libremente hacia los estados de Guerrero y Puebla. Esta región hidrológica esta dividida en dos cuencas: la del Río Amacuzac que abarca casi el 90% de su territorio y el resto corresponde a la Cuenca del Río Nexapa.

La Cuenca del Río Amacuzac se divide en dos: la subcuenca del Río Apatlaco (Valle de Cuernavaca), y la subcuenca de los Ríos Yautepec y Cuautla (fuera del área de estudio).

La cabecera del sistema fluvial del Río Apatlaco no tiene una red de drenaje establecida debido a la litología permeable, y se ubica en los escurrimientos de los volcanes Tres Cruces, Acopiaco, Tepeite, Pelado y Ajusco, y en la sierra de Zempoala, al noroeste del área conurbada de Cuernavaca, en los límites con el Estado de México y el Distrito Federal. El talud corresponde a la zona conurbada de Cuernavaca y la planicie caracterizada por tierra de cultivos, localizados al sur, fuera del área de estudio, donde la configuración del drenaje es paralela-asimétrica.

El río Apatlaco de manera subterránea y superficial atraviesa la zona montañosa y aflora en los manantiales de Chapultepec en Cuernavaca. En su recorrido por la ciudad, recibe las aguas de las barrancas del centro y oeste de la ciudad, como son: El Túnel, El Pollo, Pilcaya, Amanalco, El Limón, Tlazala y Los Sabinos. Hacia el sur, el Apatlaco aumenta su gasto con las contribuciones de los arroyos Salado, Fría, Agua del Salto, Colotepec y Poza Honda, entre otros. La barranca Chalchiupan es el afluente morelense más septentrional del río Apatlaco, la cual nace en manantiales de la zona montañosa, en el lugar conocido como Tepeite, al noroeste del área conurbada de Cuernavaca. Recibe también las aguas de las barrancas de Ahuatlán, Zempante y Atzingo; cambia de nominación a Barranca de San Antón, en la colonia del mismo nombre. Continúa hacia el sur, donde recibe las aguas de la barranca El Mango, donde cambia su nombre por Barranca

del Pollo, la cual prosigue su curso hasta desembocar en el río Apatlaco, a la altura del poblado de Temixco. El límite del sistema de erosión pluvial del Apatlaco se ubica al sur, donde este río entronca con el Río Yautepec, para finalmente desembocar en el Río Amacuzac, que a su vez confluye al Río Balsas y descarga sus aguas en el Océano Pacífico en el Estado de Guerrero.

El Río Apatlaco cruza por los municipios de Huitzilac, Cuernavaca, Jiutepec, Temixco, Emiliano Zapata, Tlaltizapán, Xochitepec, Puente de Ixtla, Zacatepec y Jojutla; donde se asienta el 58% de la población y el 68% de las actividades productivas. Tiene una extensión en el estado de Morelos de 600 kilómetros cuadrados, un perímetro de 143 kilómetros, y un gasto estimado de 364.15 millones de metros cúbicos al año (CONAGUA, 2001).

Otro río que nace al noroeste del área de estudio, es el Tembembe que desciende de la Sierra de Ocuilán y penetra en el Estado de Morelos formando un pequeño cañón, cuyas corrientes siguen en dirección sur, y que pasa al oeste y suroeste de la zona de estudio. Después de atravesar la sierra de Xochitepec, circula por cauces encañonados de hasta 75 metros de profundidad, continuando su recorrido hacia el sureste donde se une al río Chalma en la población de Puente de Ixtla.

Por otro lado, Tepoztlán cuenta con los escurrimientos del valle de Tepoztlán que son canalizados en dos barrancas: una que pasa por Ixcatepec y Santiago Tepetlapa y que descarga sus aguas en el río Yautepec; la otra dreña hacia el Texcal, cisterna natural localizada en Tejalpa, municipio de Jiutepec.

2.3.10.4. Aguas subterráneas

El estado de Morelos está casi en su totalidad, rodeado por montañas que favorecen la condensación del agua en la atmósfera, así como su precipitación e infiltración. El agua infiltrada o subterránea se localiza justo debajo del nivel freático en suelos y formaciones geológicas. Los acuíferos son formaciones geológicas que tienen la permeabilidad adecuada por porosidad y fracturamiento, para transmitir y producir agua. Las aguas del subsuelo se encuentran distribuidas en zonas de recarga y acuíferas.

Zonas de Recarga

Las sierras de Chichinautzin y Las Cruces, al norte del área de estudio, son las principales zonas de recarga del valle de Cuernavaca, así como al oeste, las Sierras de Zempoala y Nevada, y el gradiente hidráulico se dirige hacia el sur, con algunas zonas donde localmente se dirige hacia el suroeste. La recarga de la sierra Chichinautzin tiene lugar a través de basaltos fracturados y alcanza gran profundidad, debido a su alta permeabilidad. A consecuencia de la precipitación irregular en la Sierra Chichinautzin, se observan variaciones fuertes del nivel estático del acuífero superior.

Zonas Acuíferas

En la cuenca del río Amacuzac, se distinguen dos zonas acuíferas: la del Valle de Cuernavaca, (siendo la más extensa e importante) y la del Valle Cuautla-Yautepec.

Acuífero del Valle de Cuernavaca (Acuífero Cuernavaca).

Es un acuífero libre o superior, formado por conglomerados semi-consolidados del Pleistoceno, que contiene localmente intercalaciones de ceniza y lapillo, con un espesor máximo de 500 metros. Parte de este acuífero está formado por flujos basálticos fracturados con espesor aproximado de 75 metros y con valores de alta permeabilidad. En los materiales granulares, que alojan al acuífero, se localiza la mayor captación de agua; la recarga se realiza por el flujo subterráneo y por la filtración vertical en el área; siendo el bombeo de pozos profundos, la principal descarga del mismo. Los niveles freáticos al aproximarse a la superficie, han dado origen a los balnearios de San Ramón, Ex Hacienda de Temixco, Palo Bolero, Apotla, Iguazú y Real de San Nicolás, entre otros.

La descarga de flujos locales ocurre a través de manantiales como Chapultepec, El Salto de San Antón, El Túnel, San Vicente, El Palanquín, Gualupita, Acapantzingo, Tejalpa, Huauchiles y Las Fuentes, entre otros.

El acuífero Cuernavaca comprende los municipios de Cuernavaca, Jiutepec, Emiliano Zapata, Temixco, Xochitepec, Huitzilac y parcialmente, los de Xochitepec, Tepoztlán y Yautepec. Se estima un volumen anual de 296 millones de metros cúbicos, de los cuales 175.24 provienen de manantiales, mientras que los restantes 120.8 se extraen de pozos profundos y norias a través del bombeo.

2.3.10.5. Uso y Disponibilidad de Agua

El uso, aprovechamiento y explotación de las aguas superficiales está pautada mediante el Reglamento de las Aguas Nacionales del Estado de Morelos de 1925 y 1926, así como los Decretos Presidenciales de 1953, 1958 y 1966. Estableciéndose el Distrito Nacional de Riego 016 del Estado de Morelos, donde se determinaron las dotaciones de agua para cada comunidad y sus caudales correspondientes; las cuales rigen hasta la fecha. Por lo anterior, no existen volúmenes disponibles para nuevas concesiones. Los principales usos de las aguas superficiales son: agricultura (96.60%), uso doméstico (2.7%) e industrial (0.69%).

La Comisión Nacional del Agua regula y controla el aprovechamiento de las aguas subterráneas, donde rige una veda de control, establecida en los decretos presidenciales de los años 1960, 1963 y 1973, respectivamente. De los 296 millones de metros cúbicos de agua utilizada del acuífero de Cuernavaca, 48.3%

se destina al agrícola, 46.1% al uso público urbano, 4.4% al industrial y 1.0% servicios.

CONAGUA reportó en 1998, un total de 328 pozos profundos existentes en el Acuífero Cuernavaca; existen únicamente cuatro norias, dos que pertenecen al Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Cuernavaca S.A.P.A.C (Ocoteppec y Chapultepec II); otra al Sistema de Agua Potable de Jiutepec (Cuauhichiles), y una más corresponde al Sistema Local de Agua Potable de Tejalpa (Ojo de Agua). El Registro Público de Derechos de Agua reportó en el año 2000, que los pozos profundos y las norias tienen un volumen concesionado de 180.5 millones de metros cúbicos. También se registró un total 42 manantiales con una descarga total de 175.24 millones de metros cúbicos anuales.

La ciudad de Cuernavaca se abastece del acuífero del Valle de Cuernavaca, el cuál también suministra agua a los municipios de Huitzilac, Emiliano Zapata, Jiutepec, Temixco, la parte norte del municipio de Xochitepec y la región oeste de los municipios de Tepoztlán y Yautepec. Sin embargo, de acuerdo a los registros piezométricos del Acuífero Cuernavaca de los últimos 17 años, el volumen de almacenamiento se ha mantenido constante.

En las últimas dos décadas, la zona conurbada de Cuernavaca tuvo un crecimiento poblacional acelerado, lo que produjo un incremento en la demanda de agua para uso urbano, industrial y de servicios. Así mismo, disminuyó la demanda de agua para riego de cultivos, debido al cambio de uso en el suelo de agrícola a urbano.

En los Municipios de Cuernavaca y Jiutepec, el servicio de agua potable es medido y con tarifas fijas de acuerdo al tipo de usuario, contando con una amplia red de distribución. Pero en el resto de los municipios del área conurbada, el servicio de agua tiene una cobertura baja (60%) y en muchos casos el abasto es nulo, lo que provoca excesos en el consumo, desperdicios y desequilibrio hidráulico en el funcionamiento de los sistemas. Por otra parte, la antigüedad de los sistemas de bombeo y distribución del agua potable y su crecimiento anárquico, originan fallas y roturas constantes de la tubería por la sobrepresión en las redes, generando fugas importantes de agua y el corte en el abasto de este servicio.

Actualmente, se presentan graves problemas para satisfacer la demanda de agua potable en varias colonias y poblados de la zona de estudio, especialmente en aquellas donde las condiciones naturales no permiten el tendido de redes de abastecimiento, el almacenamiento, y la extracción subterránea del vital líquido.

2.4. MEDIO BIOLÓGICO

2.4.1. VEGETACIÓN

La vegetación es el conjunto de plantas (flora) salvajes o cultivadas que crecen sobre una superficie de suelo o en un medio acuático. "Vegetación" es un término general, es más amplio que "flora" que se refiere exclusivamente a la composición de especies. Quizás el sinónimo más cercano es la comunidad de plantas, pero la vegetación, puede y suele hacer referencia a una amplia gama de escalas espaciales que flora, incluyendo la escalas) tan grandes como la global. El término "vegetación" abarca desde bosques de secuoyas primitivos, a manglares costeros, corteza desértica, hierbas salvajes hasta campos de trigo o jardines y céspedes.

La mayor parte de las comunidades vegetales están sujetas a distintos tipos de manejo por parte del hombre, y son muy pocas las zonas donde la cubierta vegetal no ha sido alterada incluso las prácticas de reforestación instrumentadas por ejidatarios y comuneros parecen no ser lo suficientemente buenas en algunos casos, por lo que el deterioro en ciertas zonas es casi inevitable.

La vegetación con mayor índice de conservación se sitúa principalmente en las áreas de difícil acceso, como lo son las zonas con pendientes pronunciadas, sin acceso vial y las ubicadas en zonas riesgosas. Por el contrario las zonas de mayor perturbación o alteración humana son las se encuentran distribuidos en zonas con nula o poca pendiente, cerca de las vialidades (de cualquier rango) y las colindantes con los centros de población, como son los pastizales (incrementándose cada vez más los del tipo inducido) y los diferentes tipos de cultivos agrícolas.

Los principales tipos de vegetación encontrados en la zona conurbada son:

El bosque mesófilo de montaña (coníferas y latifoliadas). Se caracteriza por su vegetación exuberante y siempre verde, donde predominan las especies arbóreas perennes, siendo en las barrancas ubicadas al oeste de la zona conurbada de Cuernavaca, donde se encuentra este tipo de vegetación. Asociado a este bosque, en las partes más húmedas, al fondo de las barrancas, se encuentran los bosques de galería o bosques perennifolios riparios, con especies tales como: *Taxodium mucronatum*, *Salix bonplandiana*, *S. humboldtiana*, *Inga vera* y *Ficus cotinifolia*. Destacan también algunos árboles de talla sobresaliente y arbustos, estos últimos generalmente trepadores que conservan, en su mayoría, el follaje todo el año. Otras especies que se encuentran en este tipo de vegetación son: *Andira inermis*, *Licania arborea*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Pithecellobium dulce*, *F. goldmanii*, *F. maxima*, *Astianthus viminalis*, *Pterocarpus orbiculatus*, *Muntingia calabura*, *Crataeva tapia* y *Celtis iguanaea*.

Los usos que se le dan a algunas de la especies mencionadas anteriormente son diversos incluyendo el medicinal, construcción, alimentario, instrumentos de

trabajo, ornamental, místico religioso, enseres domésticos, alimento para ganado, artesanal y cercos vivos.

La cota de 1,650 metros sobre el nivel del mar, marca el límite donde da inicio la Cuenca del Balsas, que corresponde a la porción central y sur de la zona de estudio, y cuya vegetación representativa es la selva baja caducifolia. Este tipo de vegetación se caracteriza porque la mayoría de los árboles y arbustos pierden sus hojas en la época de estiaje, tiene una altura de entre 8 y 15 metros, y por lo común no son espinosos. Es frecuente encontrarla formando un solo estrato arbóreo, aunque puede también haber dos. Los individuos predominantes pertenecen a los géneros: *Bursera*, *Lysiloma*, *Ceiba*, *Impomea*, *Acacia*. Las trepadoras y las epífitas son escasas y solo se encuentran en sitios como las cañadas.

Las especies más representativas de la selva baja caducifolia son: cuajote colorado *Bursera morelensis*, copal *Bursera copallifera*, cuatecomate *Crescentia alata*, tepeguaje *Lysiloma acapulcensis*, cazahuatl *Hipoclea wolcottiana*, pochote *Ceiba pentandra*, amate amarillo *Picus petiolaris*, cuauhlote *Guazuma ulmifolia*, ocotillo *Dodonea viscosa*, huizache *Acacia farnesiana*, entre otras.

La selva baja caducifolia. Se mantiene conservada en parte de los cerros La Corona, Barriga de Plata, Las iguanas, Las Palmas, El Negro, Las Trincheras, Cueva del Aire y Temimilcingo, localizados sobre la serranía que va desde la Sierra de Tepoztlán al noreste de la zona conurbada, hasta Tlaltizapán al sureste. Desafortunadamente los cerros Barriga de Plata ha sido invadido por las la Joya y Amador Salazar. Lo mismo sucedió en las faldas del Cerro La Corona, donde la selva ha desaparecido por la proliferación de asentamientos humanos como Jardín Juárez, Tamoanchán, San Francisco del Rincón y Hacienda San Gaspar. Al sur, sobre la misma serranía, en Tetecalita, municipio de Emiliano Zapata, la empresa Cementos Portland Moctezuma S.A. de C.V., inició la explotación de los yacimientos del cerro Cueva del Aire, con la consecuente destrucción de la vegetación y fauna originales de esta zona.

En la zona conurbada de Cuernavaca la selva baja caducifolia casi ha desaparecido en su totalidad por la ampliación del área urbana y la agricultura de riego. En Cuernavaca, la vegetación nativa ha sido sustituida por plantas introducidas como: laureles de la India, tulipanes africanos, eucaliptos australianos, mangos, tamarindos, jacaranda, araucarias, y cultivos como la caña de azúcar, café, arroz y plátano; aunque conserva individuos de vegetación original en las barrancas, terrenos baldíos y parques públicos. En los alrededores de esta zona, la selva se encuentra alterada y ha agregado especies de sucesión secundaria como el matorral secundario de cubata *Acacia cymbispina* y uña de gato *Pithecellobium acatlense*.

El texcal es una variante de la selva baja caducifolia, donde aparte de los

cuajíotes, copales y pochotes, se mezclan con plantas xerófitas como el cardón *Lemaireocereus weberi*, maguey cenizo *Agave asperima*, nopal *Opuntia* sp y cactáceas candelabroiformes como el garambullo *Myrtillocactus geometrizans* y gigante *Neobuxbaumia mezcalensis*, entre otras. Dicha vegetación crece sobre coladas de lava basáltica ubicadas en el valle de Cuernavaca, principalmente en los municipios de Cuernavaca, Jiutepec, Temixco, Emiliano Zapata, Xochitepec y Tepoztlán.

Los texcales son áreas de recarga y almacenamiento de acuíferos, ya que su estructura geológica los convierte en una "esponja" que absorbe y almacena agua, la cual se infiltra hacia el acuífero Cuernavaca. Ejemplo de éste, es el lugar conocido como El Texcal (La Cisterna de Morelos), el cual desde los 50s comenzó a reducir su superficie por la agricultura nómada de los campesinos de Tepoztlán, Jiutepec y Yautepec, y que posteriormente se aceleró por el incesante crecimiento urbano, turístico e industrial de la zona conurbada de Cuernavaca. Aunado a lo anterior, esta importante área ha sido contaminada con los lixiviados producidos en los tiraderos clandestinos y a cielo abierto, y con la proliferación de la fauna y flora nociva. Por otra parte, en El Texcal existen bancos de piedra, donde los piedreros utilizan fuego para eliminar la vegetación y facilitar su labor de sacar la piedra, lo cual se da comúnmente en La Mina y en Santa Catarina, municipio de Tepoztlán.

La identificación general de la vegetación de la conurbación dentro del contexto estatal se aprecia en el estudio de la zonificación ecológica, propuesta originalmente por Toledo. Et al (1985)⁵.

2.4.2. FAUNA

La combinación del medio natural del Estado (Clima, topografía, edafología, orografía, etc.) son factores que propician el establecimiento de una flora y fauna de una riqueza ecológica única y que colocan a Morelos como uno de los estados con mayor biodiversidad por kilómetro cuadrado en el mundo.

La fauna está constituida principalmente por las siguientes especies, destacando que existen especies comunes en los municipios.

En el municipio de Huitzilac la fauna la constituyen: venado cola blanca, mapache, zorrillo, ardilla, ratón de los volcanes, puma o león americano, codorniz moctezuma, gallinita del monte, paloma bellotera, urraca azul, jilguero, mulato floricano, primavera roja, víbora de cascabel, víbora ratonera, ranas y lagartijas.

En el municipio de Cuernavaca se constituye de: venado cola blanca, mapache, zorrillo, ardilla, ratón de los volcanes, puma o león americano, codorniz

⁵ Citado por el Programa Estatal de Desarrollo Urbano 2007-2012.

moctezuma, gallinita del monte, paloma bellotera, urraca azul, jilguero, mulato floricano, primavera roja, víbora de cascabel víbora ratonera, ranas y lagartijas.

En Temixco se han identificado las especies de: venado cola blanca, jabalí de collar, mapache, tejón, zorrillo, armadillo, liebre, conejo común, coyote, gato montés, comadreja, cacomixtle, tlacuache, murciélago, pájaro bandera, chachalaca, urraca copetona, zopilote, aura, cuervo, lechuza, aves canoras y de ornato.

En el municipio de Jiutepec se han identificado: venado cola blanca, jabalí de collar, mapache, tejón, zorrillo, armadillo, liebre, conejo común, coyote, gato montés, comadreja, cacomixtle, tlacuache, murciélago, chachalaca, urraca copetona, zopilote, aura, cuervo, lechuza, aves canoras y de ornato.

Dentro del ámbito territorial de Emiliano Zapata se han encontrado también venado cola blanca, jabalí de collar, mapache, tejón, zorrillo, armadillo, liebre, conejo común, coyote, gato montés, comadreja, cacomixtle, tlacuache, murciélago, chachalaca, urraca copetona, zopilote, aura, cuervo, lechuza, aves canoras y de ornato.

En el municipio de Xochitepec la fauna la constituyen: venado cola blanca, jabalí de collar, mapache, tejón, zorrillo, armadillo, liebre, conejo común, coyote, gato montés, comadreja, cacomixtle, tlacuache, murciélago, chachalaca, urraca copetona, zopilote, aura, cuervo, lechuza, aves canoras y de ornato.

Y por ultimo en Tepoztlán se cuenta con venado cola blanca, mapache, zorrillo, ardillas, puma, codorniz, paloma, jilguero, mulato, víbora de cascabel, ranas y lagartijas.

2.4.3. Patrimonio natural y paisaje

Se define así a todos aquellos monumentos naturales, formaciones geológicas, lugares y paisajes naturales, que tienen un valor relevante desde el punto de vista estético, científico y/o medioambiental. El patrimonio natural lo constituyen las reservas de la biosfera, los monumentos naturales, las reservas y parques nacionales, y los santuarios de la naturaleza.

Parte de este inventario natural se sitúa también en su flora y fauna, y todas las creaciones y expresiones de las personas que lo han habitado: sus instituciones sociales, legales y religiosas; su lenguaje y su cultura material desde las épocas históricas más antiguas. El patrimonio comprende los bienes tangibles e intangibles heredados de los antepasados; el ambiente donde se vive; los campos, ciudades y pueblos; las tradiciones y creencias que se comparten; los valores y religiosidad; la forma de ver el mundo y adaptarse a él. El patrimonio natural y cultural constituyen la fuente insustituible de inspiración y de identidad de una nación, pues es la herencia de lo que ella fue, el sustrato de lo que es y el fundamento del mañana que aspira a legar a sus hijos.

Parques acuáticos, Balnearios y Balnearios Ejidales

De acuerdo con la Asociación de Balnearios de Morelos, la zona conurbada cuenta con 8 balnearios, 3 en Jiutepec, 2 en Temixco y 3 en Xochitepec. Las bondades del clima en esta zona hacen que miles de visitantes principalmente de la Ciudad de México se desplacen a estos lugares durante los fines de semana, sin embargo la situación actual muestra un descenso en el número de visitantes cada año. Cuernavaca y Emiliano Zapata no cuentan con opciones de turismo acuático.

Los Balnearios y Parques Acuáticos son los más visitados y que por este concepto el estado de Morelos recibió durante el año 2007 aproximadamente 800 mil visitantes, destacando entre ellos, la ex hacienda de Temixco, y Ojo de Agua en Temixco, Palo Bolero, San Ramón y el Campestre en Xochitepec, la Cascada y las Fuentes en Jiutepec. Estos balnearios reciben la mayor cantidad de visitantes durante Semana Santa y en verano, sin embargo en invierno muestran una baja afluencia de visitantes.

Áreas naturales protegidas

Las áreas naturales protegidas constituyen porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional, representativas de los diferentes ecosistemas y de su biodiversidad, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado por el hombre y que están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo.

Son en cierta forma unidades productivas estratégicas, generadoras de una corriente vital de beneficios sociales y patrimoniales que deben ser reconocidas y valorizadas.

En el Estado de Morelos, la superficie decretada para la conservación es proporcionalmente una de las mayores del país. Entre las reservas estatales y federales se suma casi el 20 % del territorio de la entidad con una superficie de 98,665 hectáreas.

El ámbito del área de estudio es tocado por las siguientes zonas protegidas:

Parque Nacional Lagunas de Zempoala.- Zona montañosa de una belleza excepcional, con una cubierta forestal de bosques de oyamel y pino, y cuyo atractivo principal es la Laguna de Zempoala, donde se puede acampar, practicar excursionismo y la pesca controlada.

Parque Nacional El Tepozteco.- La vegetación dominante son los bosques de clima templado y frío (oyamel, pino-encino), así como también se observa selva baja caducifolia en sus partes bajas. Actividades: campismo, excursionismo y arqueológicas. Por su valor ecológico y su importancia en la recarga de los mantos

acuíferos, estos parques forman parte del área de protección ecológica del Chichinautzin.

Área de Protección Corredor Biológico Chichinautzin.- Este corredor integra bosques de clima frío y templado (oyameles, pino-encino), selva baja caducifolia y malpais.

Área de Protección Natural Sierra de Montenegro.- Esta serranía limita al oriente la zona conurbada de Cuernavaca, que a su vez constituye un puente natural entre el Corredor Biológico Chichinautzin al norte y la Sierra de Huautla al sur; ecosistema de selva baja caducifolia, donde se estima se encuentra representada el 60% de la flora y fauna del estado.

Parque Estatal El Texcal.- Considerado "La Cisterna de Morelos", pues ahí se capta, escurre y se almacena el agua que recarga el acuífero de Cuernavaca, tiene una cubierta vegetal de selva baja caducifolia, así como varios ecotonos donde se mezclan individuos de ecosistemas de selva, bosque de encinos y matorral rosetófilo.

A pesar de los esfuerzos realizados para proteger los ecosistemas morelenses con la creación de reservas ecológicas, los bosques y selvas, así como la fauna asociada a ellas, se encuentran en proceso acelerado de deterioro y con una tendencia que se advierte difícil de detener a corto plazo. Los cambios de uso del suelo ocasionados por la tala de los bosques y selvas para el uso urbano además de la quema de bosques y selva para la apertura de terrenos para uso agropecuario, han reducido las áreas forestales sujetas a conservación; conjuntado a esta situación se tiene la problemática de contaminación ambiental ocasionada por la falta de un manejo óptimo de los residuos, incrementando la generación de basura, la cual se depositan a cielo abierto en tiraderos clandestinos.

Otra problemática que afecta el patrimonio natural no solo de la conurbación sino de todo el estado es la generación de aguas negras, las cuales se descargan directamente a arroyos y barrancas sin ningún tratamiento previo, lo que representa un gran peligro para los pobladores, ya que además de su peligrosa infiltración en el subsuelo, causando la contaminación de los mantos acuíferos subterráneos, afecta en demeritar los paisajes naturales de la conurbación.