

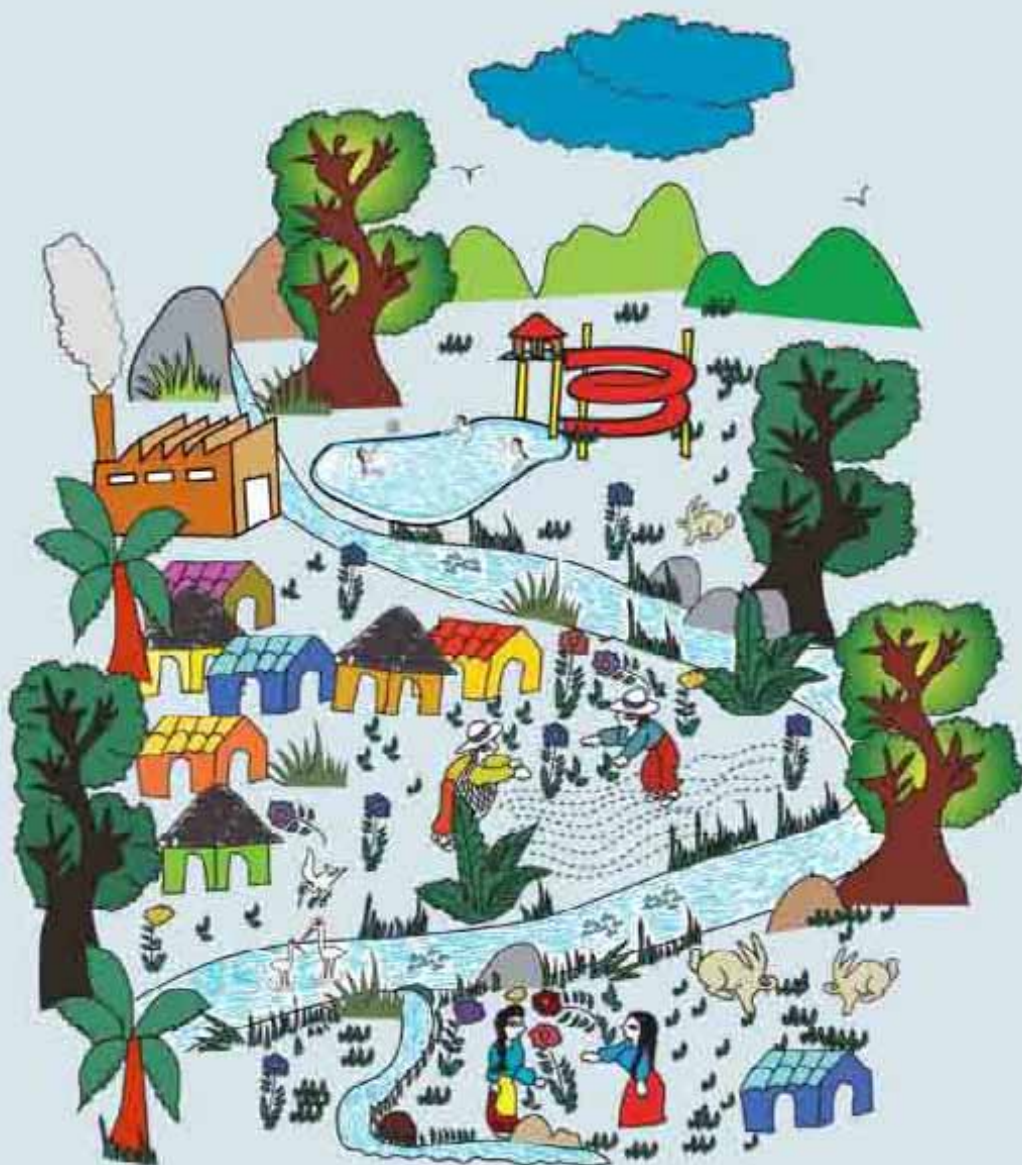
La cuenca del río Apatlaco

recuperemos el patrimonio
ambiental de los morelenses



**GOBIERNO
FEDERAL**

SEMARNAT



Vivir Mejor

La cuenca del río Apatlaco

Recuperemos el patrimonio
ambiental de los morelenses

ADVERTENCIA

Se autoriza la reproducción sin alteraciones del material contenido en esta obra, sin fines de lucro y citando la fuente.

Esta publicación forma parte de los productos generados por la Dirección General del Organismo de Cuenca Balsas, de la Comisión Nacional del Agua, cuya realización estuvo a cargo del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua mediante convenio CNA-OCB-DP-EST-CRA.006-07

Título: *La cuenca del río Apatlaco. Recuperemos el patrimonio ambiental de los morelenses.*

ISBN 978-968-817-886-7

Edición 2008

Autor: Comisión Nacional del Agua
Insurgentes Sur No. 2416 Col. Copilco El Bajo
C.P. 04340, Coyoacán, México, D.F.
Tel. (55) 5174-4000
www.conagua.gob.mx

Editor: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209 Col. Jardines de la Montaña,
C.P 14210, Tlalpan, México, D.F.

Impreso en México
Distribución gratuita. Prohibida su venta.

Directorio

Comisión Nacional del Agua

Ing. José Luis Luege Tamargo

Director General de la Comisión Nacional del Agua

Ing. Juan Carlos Valencia Vargas

Director General del Organismo de Cuenca Balsas

Lic. Rubén Villa Cerda

Director de Administración

Ing. Óscar Miguel Herrera Camacho

Director de Administración del Agua

Ing. Javier Aranda Baltazar

Director de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento

C. Pablo Jaime Jiménez Barranco

Director de Infraestructura Hidroagrícola

Lic. Víctor Vélez Orozco

Director de Asuntos Jurídicos

Ing. Sergio Arturo Díaz Lara

Director de Programación

Ing. Hugo Francisco Parra Tabla

Director Técnico

C.P. Ma. Del Lourdes de la Sota Arrieta

Directora de Revisión y Liquidación Fiscal

Ing. Juan Héctor O. Navarro Aréchiga

Coordinador de Atención de Emergencias y Consejos de Cuenca

Lic. Francisco Domínguez Gutiérrez

Titular del Órgano Interno de Control en el Organismo de Cuenca Balsas

Lic. Rosa Elba Lévaro Pano

Subdirectora de Comunicación y Atención Social e Institucional

Lic. Lydia Meade Ocaranza

Subdirectora de Consejos de Cuenca

Institución a cargo del Plan Estratégico de Recuperación Ambiental de la cuenca del río Apatlaco

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Dr. Polioptro F. Martínez Austria

Director General del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Dr. Nahún Hamed García Villanueva

Coordinador de Hidráulica del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Comisión de Cuenca del río Apatlaco

Dr. Marco Antonio Adame Castillo

Gobernador Constitucional del Estado de Morelos
Vocal Titular Representante del Gobierno del Estado de Morelos

Ing. Jorge A. Hinojosa Martínez

Secretario Ejecutivo de la Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente
Vocal Suplente Representante del Gobierno del Estado de Morelos

Biól. Juan Ramón Acosta Cebreros

E. del D. Delegación Federal de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
Vocal Titular Representante de la Semarnat

Ing. José Luis Negrete Labra

Subdelegado de Planeación y Fomento Sectorial de la Semarnat
Vocal Suplente Representante de la Semarnat

Ing. Juan Carlos Valencia Vargas

Director General del Organismo de Cuenca Balsas, Conagua
Secretario Técnico de la Comisión de Cuenca del Río Apatlaco

Lic. Adriana Flores Garza

Administradora Local de Asistencia al Contribuyente, SAT de la SHCP
Vocal Titular Representante de la SHCP

Lic. Cynthia Rivera Ortiz

Subadministradora de Atención y Contacto de la SHCP
Vocal Suplente Representante de la SHCP

Ing. Jacobo Oswaldo Castañeda Barrera

Delegado Federal de Desarrollo Social de la Sedesol
Vocal Titular Representante de la Sedesol

C.P. Yolanda García Jiménez

Coordinador Estatal del Programa HABITAT de la Sedesol
Vocal Suplente Representante de la Sedesol

Lic. Alejandra Jarillo Soto

Delegada Federal en Morelos de la Secretaría de Economía
Vocal Titular Representante de la Secretaría de Economía

M.A. Rodolfo Arcos Coria

Coordinador de Promoción de la Secretaría de Economía
Vocal Suplente Representante de la Secretaría de Economía

Dr. Víctor Manuel Caballero Solano

Secretario de Salud
Vocal Titular Representante de la Secretaría de Salud

Dr. Hugo Antonio Ocampo Cue

Comisionado Estatal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios del Estado de Morelos.
Vocal Suplente Representante de la Secretaría de Salud

Mtro. Roberto Ruiz Silva

Delegado Federal de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
Vocal Titular Representante de la Sagarpa

Ing. José Guillermo Santamaría Estrada

Jefe del Distrito de Desarrollo Rural Zacatepec-Galeana
Vocal Suplente Representante de la Sagarpa

Lic. Jesús Giles Sánchez

Presidente Municipal de Cuernavaca
Vocal Titular Representante del municipio de Cuernavaca

Ing. José Juan Tobilla Marín

Secretario de Servicios Públicos y Medio Ambiente
Vocal Suplente Representante del municipio de Cuernavaca

C.P. José Fernando Aguilar Palma

Presidente Municipal de Emiliano Zapata
Vocal Titular Representante del municipio de Emiliano Zapata

Ing. Isaac Sanchez López

Director del Sistema de Agua Potable
Vocal Suplente Representante del municipio de Emiliano Zapata

C. Lucio Esquivel Olmedo

Presidente Municipal de Huitzilac
Vocal Titular Representante del municipio de Huitzilac

Ing. Ranulfo Maya Vargas

Vocal Suplente Representante del municipio de Huitzilac

C.P. Rabindranath Salazar Solorio

Presidente Municipal de Jiutepec
Vocal Titular Representante del municipio de Jiutepec

Ing. Hernán Martínez Solís

Subsecretario de Obras Públicas
Vocal Suplente Representante del municipio de Jiutepec

Dr. Alberto Cabrera Díaz

Presidente Municipal de Jojutla
Vocal Titular Representante del municipio de Jojutla

Dr. Víctor Salinas Márquez

Presidente Municipal de Puente de Ixtla
Vocal Titular Representante del municipio de Puente de Ixtla

Ing. Josué Jiménez Piedragil

Coordinador de Recursos Hidráulicos
Vocal Suplente Representante del municipio de Puente de Ixtla

Ing. Javier Orihuela García

Presidente Municipal de Temixco
Vocal Titular Representante del municipio de Temixco

Lic. Moisés Delgado Holguín

Secretario Técnico del Pte. Municipal
Vocal Suplente Representante del municipio de Temixco

Ing. Joaquín Carpintero Salazar

Presidente Municipal de Tlaltizapán
Vocal Titular Representante del municipio de Tlaltizapán

Ing. Tomás Vicente Hernández Gómez

Director del Organismo Operador Municipal de Agua Potable y Alcantarillado.
Vocal Titular Representante del municipio de Tlaltizapán

Dr. Basilio Miranda Román

Presidente Municipal de Xochitepec
Vocal Titular Representante del municipio de Xochitepec

C. Alejandro Fuentes Ceballos

Sistema de Agua Potable
Vocal Suplente Representante del municipio de Xochitepec

TAEA. Gustavo Rebolledo Hernández

Presidente Municipal de Zacatepec
Vocal Titular Representante del municipio de Zacatepec

Ing. José Luis Díaz Sánchez

Regidor de Protección Ambiental del municipio de Zacatepec, Morelos
Vocal Suplente Representante del municipio de Zacatepec

Comisión de Cuenca del río Apatlaco

Representantes de los usuarios del agua

C. Perfecto Galván Peralta Vocal Titular del Uso Agrícola	Lic. Carlos Soto Zertuche Vocal Titular del Uso Industrial	José Rene Argandar Rossano Vocal Titular del Uso Servicios
Hans Peter Doster Rembold Vocal Suplente del Uso Agrícola	Lic. Cathya Chávez Maya Vocal Suplente del Uso Industrial	Jorge Estrada González Vocal Suplente del Uso Servicios
C. Alfredo Campa Domínguez Vocal Titular del Uso Agrícola	Q.I. Ma. del Rocio Ocampo Figueroa Vocal Suplente del Uso Industrial	Lic. Israel Ayala Beltrán Vocal Titular del Uso Servicios
C. J. Merced Dorantes Galicia Vocal Suplente del Uso Agrícola	Ing. Arturo Marco Antonio Gómez Mancilla Vocal Titular del Uso Público Urbano	Ing. Rafael Betanzos Calvo Vocal Suplente del Uso Servicios
C. J. Jesús Barrera Muñoz Vocal Titular del Uso Agrícola	Ing. Abdón Toledo Hernández Vocal Suplente del Uso Público Urbano	Beatriz Barrera Ardura Vocal Titular del Uso Domestico
C. Humberto Nava Pérez Vocal Suplente del Uso Agrícola	Ing. Ranulfo Maya Vargas Vocal Titular del Uso Público Urbano	María Aurelia Saenz Cortés Vocal Titular del Uso Domestico
C.P. Eduardo Héctor Guajardo Peredo Vocal Titular del Uso Industrial	L.A.E Azael Salazar Gordillo Vocal Suplente del Uso Público Urbano	C. Manuel Mejido Tejón Vocal Suplente del Uso Domestico
Ing. Mayra Contreras Flores Vocal Suplente del Uso Industrial	C. Matías L. Carmona Iglesias Vocal Titular del Uso Público Urbano	C. Guillermo León Encinas Vocal Titular del Uso Pecuario
Ing. Jesús Salgado Velázquez Vocal Titular del uso Industrial	C. Giovanni Rabadán Carnalla Vocal Suplente del Uso Público Urbano	C. Manuel Oscar López Bustos Vocal Suplente del Uso Pecuario
Ing. Armando Bahena Alcocer Vocal Suplente del Uso Industrial	C.P. Arturo Vargas Brito Vocal Titular del Uso Servicios	C. Magdalena Hernández Rubio Vocal Titular del Uso Acuícola
	C. Carlos López Ayala Vocal Suplente del Uso Servicios	C. Gabino Brito Martínez Vocal Suplente del Uso Acuícola

Representantes de la sociedad civil organizada

Dr. Raúl García Barrios Vocal Titular	D.I. Eduardo Vargas Coronele Vocal Suplente
Arq. José Manuel Rodríguez Cota Vocal Titular	C. Micaela Bocanegra Rodríguez Vocal Suplente
Biól. Andrea Bolongaro-Crevenna Recasens Vocal Titular	C. María Antonia Ambrosio Gachuz Vocal Suplente

Contenido

Mensajes a la sociedad	9
Introducción	13
Contexto	17
Descripción de las cuencas hidrológicas	17
I. Marco ambiental de la cuenca del río Apatlaco	21
Municipios de la cuenca (toponimia y ubicación)	22
Relieve	27
Clima	30
Erosión	30
Urbanización	31
Ecología	34
Tres propuestas de regionalización	35
Biodiversidad	39
Zonas reservadas y áreas protegidas	43
II. Declaratoria de propiedad nacional	45
III. El agua y sus usos	49
Aguas superficiales	49
Aguas subterráneas	51
Agua potable	55
Agua para el riego	63
Agua para la industria y los servicios (recreación)	67
Uso ambiental	68
IV. El uso del suelo	71
Crecimiento urbano	71
Cambios de uso del suelo	75
Tipos de suelo y sus clasificaciones	76
V. Calidad del agua	81
VI. Saneamiento	87
Problemáticas de la cuenca	88
Un ejemplo concreto: los rastros	90
VII. Aspectos social y cultural	93
Autoridades y percepción acerca de problemas por el agua potable	95
Índices de desarrollo	97
Agricultura y grupos campesinos	99
Conflictividad por el agua	100
VIII. Perspectivas	105
Conclusión	109
Bibliografías y referencias electrónicas	111





Mensajes a la sociedad

Como veremos a lo largo de este libro, el problema de saneamiento en la cuenca del río Apatlaco, por sus dimensiones y efectos, representa uno de los principales obstáculos para el desarrollo sustentable de nuestro estado. El futuro de la economía, de la sociedad y del medio ambiente de la entidad, se cifra en que los morelenses seamos capaces de alcanzar resultados efectivos, inmediatos y perdurables con el programa de recuperación ambiental que ya ha sido puesto en marcha.

De ahí la importancia del rescate del río Apatlaco, proyecto incluyente, cuyo éxito supone la participación y el compromiso de los ciudadanos, las instituciones de gobierno y las organizaciones de la sociedad. El reto es construir ese compromiso conjunto, la gran tarea es emprender un cambio a fondo de hábitos y conductas orientado hacia el rescate y la preservación de los recursos naturales que compartimos.

Para asumir ese reto, para iniciar esa gran tarea, se ha creado la Comisión Intersecretarial e Intersectorial para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Río Apatlaco, primera en su tipo. Esta Comisión, con base en un proceso participativo, retoma, vincula y proyecta las experiencias y trabajos de los gobiernos municipal, estatal y federal, para sumarlos y complementarlos con las iniciativas y aportes que provienen de la sociedad, pues en las consultas se ha coincidido en que sólo uniendo esfuerzos se resolverá el problema de fondo. De ahí el reconocimiento que a dicha Comisión ha otorgado el presidente Felipe Calderón Hinojosa, y el ofrecimiento de apoyo para sus trabajos, durante la inauguración de la Presa Barreto y más tarde en el Plan Nacional de Infraestructura.

El texto que va a leerse, las imágenes, cuadros y gráficas que lo complementan, son parte de una estrategia educativa y de comunicación orientada a que conozcamos mejor los problemas y las soluciones que caracterizan la cuenca donde vivimos. El objetivo es que la suma de los esfuerzos y de la voluntad de las personas y las instituciones en pocos años se concrete en el rescate y preservación integral de la cuenca con la participación activa e informada de toda la población.

Este libro y el programa de recuperación de la cuenca del río Apatlaco están llamados a tener un impacto significativo, no sólo en el desarrollo de amplios sectores de la sociedad, sino en la vida de las futuras generaciones.

Cauce generado por el manantial de Chapultepec, a su paso por el Parque Ecológico del mismo nombre, en Cuernavaca.
Foto: Rubén E. Brito Jiménez

Dr. Marco Antonio Adame Castillo
Gobernador Constitucional del Estado de Morelos



El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 asume como premisa básica la búsqueda del Desarrollo Humano Sustentable, es decir, que todos los mexicanos tengamos una vida digna sin comprometer el patrimonio de las generaciones futuras.

En ese contexto, el uso responsable del agua y la preservación de su calidad cobran un papel fundamental, dada la importancia que el agua tiene para el bienestar social, el desarrollo económico y la preservación del medio ambiente. En nuestro país: El agua es un recurso estratégico.

En ese sentido, una de las prioridades del gobierno del Presidente Felipe Calderón es el saneamiento de las aguas residuales. Para este sexenio se ha planteado como meta lograr el tratamiento de al menos el 60% de las aguas residuales que se colectan en el alcantarillado y además, se han identificado aquellos proyectos que tienen un alto impacto para alcanzar esa meta. Estos proyectos están plasmados en el Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012.

El Saneamiento Integral de la Cuenca del Río Apatlaco en uno de los proyectos prioritarios que se han definido para la presente administración federal, por ello, se ha venido avanzando en tres vertientes fundamentales:

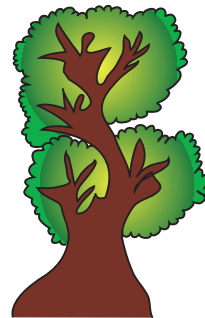
1º. En organizar la voluntad de las autoridades: municipales, estatales y federales; de los propios usuarios del agua en la cuenca: agrícolas, industriales, turísticos, entre otros; y de las organizaciones de la sociedad civil, a través de la conformación de la Comisión de Cuenca del Río Apatlaco.

2º. En la elaboración de un diagnóstico de la calidad del agua en la cuenca. En este sentido, ya se tiene un diagnóstico muy preciso de los niveles de contaminación en cada uno de los tramos en los que se dividió al río y de cuáles son las principales descargas que están generando esa contaminación. Hemos encontrado que aproximadamente el 80% de la contaminación es generada por descargas de aguas residuales municipales, provenientes principalmente, de los tres municipios más poblados de la cuenca. En breve será publicado el Estudio de Clasificación de la Calidad del Agua en el Río Apatlaco.

3º En la definición de las acciones a realizar para resolver esa problemática. Para ello, ya se cuenta con el Plan Estratégico elaborado bajo la coordinación del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, donde se listan todas las acciones que es necesario realizar para lograr el saneamiento de la cuenca.

Ahora es necesario que cada uno asuma su responsabilidad en la implementación de esas acciones. Para hacer realidad este sueño, es necesario que cada uno de nosotros ayude en lo posible. Por eso invito a todos a trabajar juntos en este esfuerzo. Juntos lograremos recuperar nuestro río.

Inq. José Luis Luepe Tamarzo
Director General de la Comisión Nacional del Agua



El programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Río Apatlaco, iniciativa del doctor Marco Antonio Adame Castillo, gobernador de Morelos, deberá ser fructífero por cuanto al esfuerzo que representa. Concurren el gobierno federal, a través de la Comisión Nacional del Agua y del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, el Gobierno del Estado de Morelos y los gobiernos de diez municipios del estado, además de la sociedad civil, con el apoyo de la Fundación Gonzalo Río Arronte, y centros de enseñanza e investigación como la Universidad Autónoma del Estado de Morelos y el Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, de la Universidad Nacional Autónoma de México.

La gestión de los recursos naturales, y en particular del agua, sólo puede ser exitosa si es integral, y esa es la característica de la acción por desarrollar ahora en el ámbito de la cuenca del río Apatlaco. Ello evitará que el resultado sea, como en muchas ocasiones, frustrantemente limitado.

Durante la primera etapa de este programa se han acordado y formalizado acciones a través de convenios específicos, con el objetivo principal de elaborar un plan estratégico que oriente los trabajos hacia la recuperación ambiental de la cuenca, esto es, hacia su debida incorporación a la vida del estado de Morelos y del país.

Las instituciones que colaboramos con este proyecto estamos plenamente comprometidas en generar y difundir el conocimiento que nos permita, como sociedad, tomar las mejores decisiones y actuar acertadamente en la recuperación de la cuenca del río Apatlaco, un patrimonio ambiental de los morelenses.

Dr. Polioptro F. Martínez Austria
Director General del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua



*Gris es toda teoría y verde
y dorado el árbol de la vida.*

Goethe.



Introducción

El agua es el recurso natural más importante que los seres humanos poseemos y, por su papel en nuestras relaciones con la naturaleza misma, el sustento fundamental del mundo. En este sentido, no es posible soslayar la producción de un conocimiento dirigido a incrementar la sensibilidad ecológica de la sociedad, desde su condición local hasta la global, y es por ello que resultan impostergables todas las acciones dirigidas a la recuperación y saneamiento de nuestro entorno.

El daño al medio ambiente, la extracción excesiva de las aguas subterráneas y la contaminación de las superficiales, junto con el crecimiento desordenado de las ciudades y las industrias que ellas mismas generan, son acciones destructivas que le quitan al agua su calidad de recurso fundamental para el sustentamiento de nuestra vida, y que reducen cada vez más las cantidades que de ella podemos utilizar.

No importa dónde vivamos; siempre estaremos dentro de una cuenca hidrológica, por lo cual todo lo que hagamos en su beneficio o en su perjuicio necesariamente afectará a otros seres vivos, a la naturaleza toda. La flora y la fauna de las cuencas sostienen un delicado equilibrio en el medio ambiente, creando tramas alimenticias que mantie-

nen su vigencia y permiten la continuidad y coexistencia de las especies. Todo esto nos afecta a los habitantes de las cuencas, y aunque las repercusiones de lo que hacemos con el agua y nuestro medio puedan no manifestarse de inmediato ante nosotros mismos, debido a que el agua sigue siempre su camino natural hacia los lugares más bajos, siempre habrá quien tenga que reutilizarla para vivir y que reciba, en consecuencia, los efectos del modo como nosotros la hemos tratado.

Así, el principal objetivo de esta publicación es poner a los habitantes de la cuenca del río Apatlaco en conocimiento de la naturaleza y el origen de los problemas a que esta región del estado de Morelos se enfrenta actualmente, muchos de los cuales la propia sociedad que la habita viene padeciendo, pero también generando, desde hace décadas. Así, se presentan en este libro las fuentes contaminantes que se ubican en nuestras zonas urbanas, industriales y agrícolas, a la vez que se analiza la tendencia de deterioro de la cuenca, incluyendo la evolución de su infraestructura de saneamiento. Se registran además los principales puntos críticos cuyo señalamiento permita a los ciudadanos entender mejor las acciones que desarrollan los gobiernos Federal, Estatal y municipales para consolidar un programa conjunto



de saneamiento y control de las descargas residuales a los afluentes del río que ahora permanecen sin ser tratadas.

En dicho programa, la participación de los usuarios del río representará un papel de importancia básica; es decir, que si esta condición no se cumple, todos los demás esfuerzos que se desarrollen para solucionar los problemas arriba planteados resultarán inútiles. Los usuarios del río y de la cuenca, entonces, deberán primeramente erigirse en defensores de su patrimonio ambiental, lo cual incluye tanto la conciencia de no permitir las agresiones al mismo, como, de igual modo, no seguir agrediéndolo tampoco ellos.

Esta agresión no es sólo aquella que altera la calidad natural del agua o de la naturaleza toda, como lo es el tirar basura en el campo o en la calle, sino la práctica de actividades que a la larga redundan asimismo en el deterioro ambiental, tales como la invasión de zonas federales para el asentamiento o para la explotación económica, y la evasión, por señalar la más común, del compromiso de medir y pagar el consumo particular del agua.

El ámbito de la problemática a solucionar que aquí se presenta es la cuenca del río Apatlaco, del estado de Morelos. En la Ley de Aguas Nacionales se establece que el tratamiento de los problemas hídricos de México deben ser

atendidos siguiendo un concepto de “cuenca”. Toda cuenca está limitada por sus puntos montañosos de mayor elevación, y en ella el agua fluye, desde luego, hacia el punto más bajo. No estará de más, entonces, definir aquí lo que desde los puntos de vista geográfico y socioeconómico se conoce precisamente con ese nombre: se trata de un espacio donde parte de las lluvias se infiltra para formar corrientes y almacenamientos subterráneos, y donde otra se evapora para regresar rápidamente a la atmósfera y formar las nubes. Una parte más de las lluvias moja el suelo y se desliza por las pendientes del terreno hasta formar arroyos y riachuelos que poco a poco forman ríos verdaderos, los cuales por su parte buscan desembocar en un lago o en el mar. En el caso del río Apatlaco, su desembocadura es el río Yautepec, que algunos kilómetros más adelante, a su vez, desemboca en el Amacuzac, y éste en el Balsas, que finalmente descarga sus aguas en el Océano Pacífico. Recuperar el fluir y el entorno de ríos como el Apatlaco, que corre a lo largo de Morelos luego de originarse en el corredor biológico del volcán Chichinautzin y recibir el impacto ambiental de por lo menos diez municipios del estado, será parte de un imprescindible esfuerzo por conservar, ya no sólo la parte de la naturaleza en que vivimos, sino las posibilidades de seguir teniendo una vida de una calidad propia de la racionalidad y sensibilidad a la que nos obliga nuestra condición de seres humanos.



Figura 1. La microcuenca del río Apatlaco, en relación con la subcuenca del río Amacuzac y la cuenca del Río Balsas. Elaboración: IMTA, Coordinación de Tratamiento y Calidad del Agua.

Al tratarse de un trabajo colectivo en el cual la sociedad morelense deberá participar de modo sustancial, el presente libro es también una invitación al lector para que sume su propia experiencia al conocimiento de la problemática de la cuenca del río Apatlaco. Dicho enriquecimiento conceptual redundará en una más completa definición de las

estrategias que ya se están trazando para su recuperación.

Muchas mañanas, dependiendo de la época del año, el habitante de la cuenca del río Apatlaco puede observar las bandadas de garzas blancas que la sobrevuelan de sur a norte, siguiendo prácticamente el cauce del río.



Vista del salto de San Antón en Cuernavaca.
Foto: Adalberto Ríos Lanz

Es probable que en su mayoría estas aves salgan entonces del lago de Tequesquitengo y se dirijan a las lagunas de Zempoala, en busca de su diario sustento. Pasado el día, esas blancas aves regresan hacia el sur, siguiendo de hecho la misma trayectoria en sentido contrario, para pernoctar en áreas más cálidas. Cuentan los abuelos que en su tiempo esas garzas se detenían en puntos intermedios, incluidos desde luego algunos de la ciudad

de Cuernavaca, y que allí permanecían durante el periodo de luz, alimentándose. Ahora ya no se detienen nunca hasta el extremo norte de la cuenca, y las razones pueden ser las de sobra conocidas: basura, detergentes y desechos tóxicos vertidos en el cauce. Devolvámosles el hábitat perdido, lo cual significará también para nosotros que el río ofrece de nuevo vida y no insalubridad, tanto a nosotros como a las generaciones venideras.



Contexto

El río Apatlaco, pues, se forma con el escurrimiento del agua que fluye a través del estado de Morelos por las barrancas que lo cruzan de norte a sur, aunado a las filtraciones provenientes de la zona de las lagunas de Zempoala. Esto ocurre debido al acentuado declive que caracteriza la región (de 3 690 a 880 metros sobre el nivel del mar [msnm]) (CNA, hoy Conagua, 1996). Su nacimiento como cauce ya definido se señala en el manantial de Chapultepec, de la ciudad de Cuernavaca, y su desembocadura en el río Yautepec, del municipio del mismo nombre, el cual por su parte, como ya hemos dicho, se integra más adelante al río Balsas.

Un primer reconocimiento del cauce, llamado entonces “Apatlaco o Xochitepec”, lo hizo la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), mismo que fue publicado en dos ocasiones en el Diario Oficial, como se muestra en un capítulo próximo, en los años de 1922 y 1924. Sus problemas de contaminación comenzaron en tiempos remotos, resultado inevitable del crecimiento poblacional en torno suyo, pues la carencia de un conocimiento preciso sobre la evolución de ese fenómeno, a la vez que de la tecnología apropiada para evitarlas, hicieron que el río se utilizase desde entonces y hasta hoy como drenaje directo de las descargas de desechos tanto de las zonas habitacionales como de las agrícolas y las industriales.

Después de muchos años de no sólo mantenerse, sino de incrementarse esta conducta, el estado actual del río obliga a que se lo clasifique como uno de los más contaminados de México y del mundo.

Ante tal estado de cosas no han permanecido inactivos los gobiernos federal, estatal y municipales involucrados, ni tampoco aquellas partes de la población y del sector privado que están conscientes de haber contribuido o estar contribuyendo al mismo. Múltiples estudios y trabajos oficiales y universitarios, encaminados todos a combatir la contaminación de la cuenca del río Apatlaco, se desarrollaron durante las décadas finales del siglo anterior. Dicho acervo permite hoy afrontar con toda firmeza, a la vez que con gran confianza, otros estudios y trabajos que serán definitivos, podemos presumir, para la superación efectiva y permanente de la problemática que nos aqueja. La voluntad social y la cooperación entre los distintos niveles de gobierno y las instancias científicas y técnicas con que México cuenta para el efecto, no sólo permiten suponerlo, sino que obligan a ello.

Descripción de las cuencas hidrológicas

En virtud de que la cuenca es la base para la gestión del agua, hemos visto en la Introducción que el principal componente para definir una cuenca es su unidad territorial;



pero, por otro lado, su dimensión vertical comprende desde la atmósfera hasta las estructuras geohídricas, que incluyen aguas subsuperficiales y subterráneas. Además, recurriendo ahora a un imprescindible enfoque socioeconómico, en su ámbito interactúan los seres humanos con diversos recursos naturales: aire, agua, suelo, subsuelo, flora y fauna. Así, y abundando en el concepto que en 1998 se dio oficialmente sobre el particular, la cuenca es la unidad de planeación y manejo por excelencia para procesos de desarrollo sostenible.

El flujo direccional del agua, junto con la propiedad inherente a la misma de transportar contaminantes, es una característica distintiva de las cuencas. Otro aspecto notable es el estudio de las pendientes y las diferencias en la composición del suelo, así como las velocidades de tránsito del agua y su calidad.

El territorio nacional está dividido en cuencas hidrológicas, identificadas y delimitadas por la Comisión Nacional del Agua (Conagua). Estos grandes espacios geográficos se subdividen en subcuencas, cuencas tributarias y microcuencas; pero, con propósitos de administración, se las agrupa también en regiones hidrológicas.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), decidió en el año 2000 adoptar la división en regiones administrativas de la Conagua. Estas mismas regiones son



El río Apatlaco, a su paso por el municipio de Temixco.
Foto: Adalberto Ríos Lanz.



utilizadas también por la Comisión Nacional Forestal (Conafor).

Por abarcar grandes territorios, en las cuencas es complicada la participación directa de la población en el manejo sostenible de sus recursos. Ante ello, fueron creados los consejos de cuenca, que tienen sustento en la Ley de Aguas Nacionales, y que son instancias de coordinación entre los tres niveles de gobierno, los usuarios de las aguas nacionales y la sociedad organizada, con el propósito de lograr una mejor planeación y gestión del recurso.

Para favorecer la participación de la población y de las instancias municipales de gobierno, es necesario dividir las grandes cuencas y subcuencas en cuencas tributarias, que corresponden a afluentes de las corrientes principales de cada una de las primeras. De este modo, la división hidrológica de cuencas, subcuencas, cuencas tributarias y microcuencas se hace compatible —aunque no necesariamente coincidente— con la di-

visión política de entidades federativas, municipios e incluso de algunas localidades. Los procesos que se desarrollan a la escala de las microcuencas urbanas están determinados por las características socioeconómicas de la población, en las que influyen patrones de consumo que se han denominado “ecología del prestigio” (Grove, 1996).

De acuerdo con el criterio técnico antes expuesto, el presente libro debería llamar “microcuenca” a la del río Apatlaco. No obstante, por tratarse específicamente de un texto de divulgación, y para evitar confusiones o sobreabundancias explicativas, se ha preferido aplicar a su campo de estudio la nomenclatura general de “cuenca” (así como a sus equivalentes de igual escala, como la del río Yautepec), dado el uso común que al respecto viene haciéndose desde hace tiempo. Sólo en caso de absoluta necesidad aplicaremos la nomenclatura estricta, por ejemplo cuando una de estas regiones geográficas se mencione en su relación directa con otra mayor o menor que ella.



La naturaleza no pierde nada de su encanto y del prestigio de su poder mágico, a medida que se logra penetrar en sus secretos, comprender el mecanismo de los movimientos celestes y evaluar numéricamente la intensidad de las fuerzas.

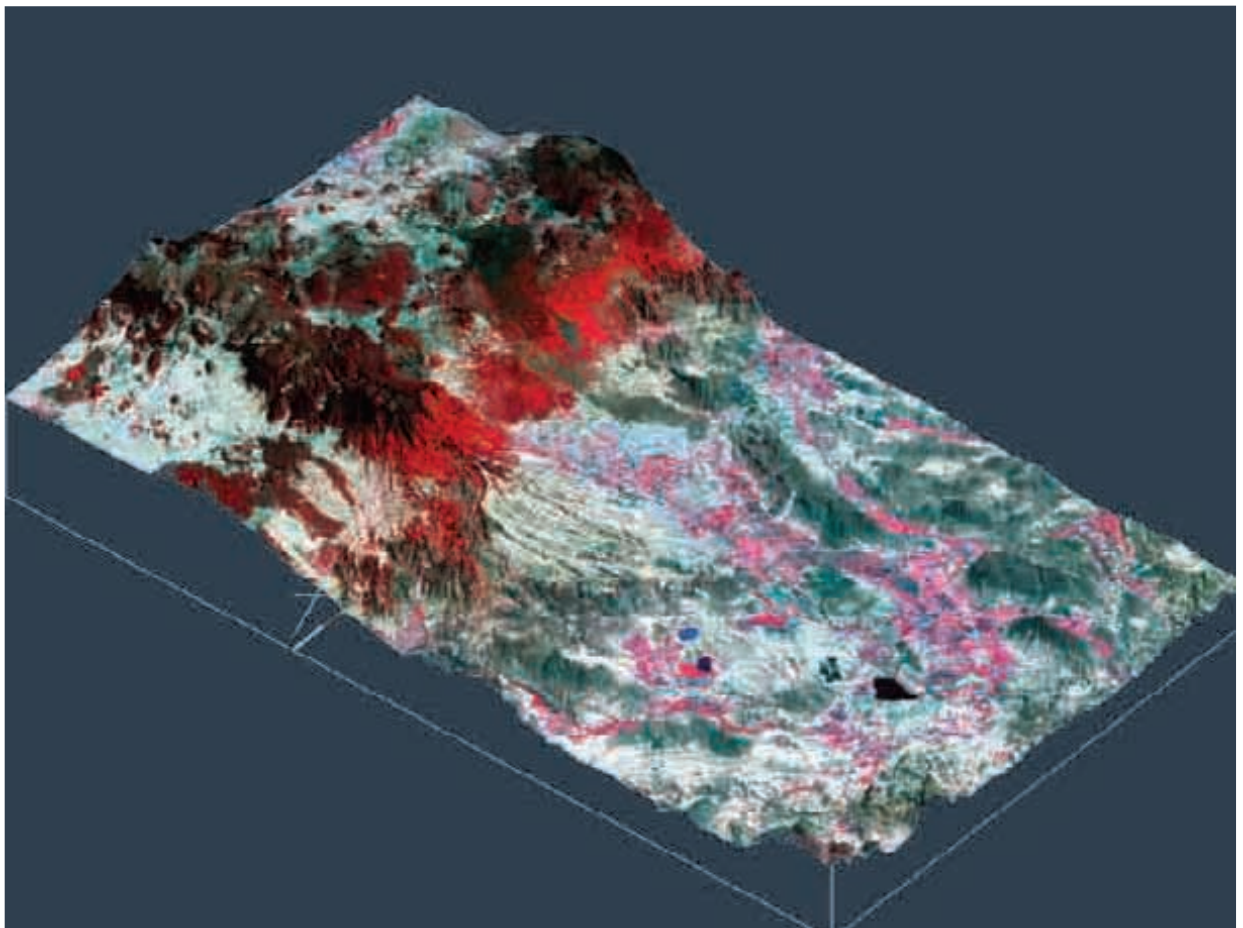
Alejandro de Humboldt.



I. Marco ambiental de la cuenca del río Apatlaco

La cuenca del río Apatlaco se ubica al noroeste del estado de Morelos; cubre un área de 746 km², de los cuales 656.494 se encuentran en el territorio morelense, y el resto en el Estado de México y el Distrito Federal. El colector principal tiene una longitud de cauce permanente de 63 km hasta su confluencia con el río Yautepec, y una pendiente de entre el 5 y el

15%. Se localiza entre las coordenadas geográficas 19° 13' 24" y 18° 36' 00" latitud norte, y 99° 09' 55" y 99° 21' 11" longitud oeste; pertenece a la Región Hidrológica del Río Balsas número 18, Subregión del Alto Balsas, correspondiendo a la cuenca del río Amacuzac y a la Región Administrativa IV de la Comisión Nacional del Agua. Su nivel base de erosión es



Modelo de elevación digital de la cuenca del río Apatlaco. Elaboración: IMTA, Coordinación de Hidrología.

El observatorio en la zona arqueológica de Xochicalco.
Foto: Adalberto Ríos Lanz.



la cuenca del río Yautepec, a 880 metros sobre nivel del mar.

La cuenca está delimitada naturalmente al norte por las lagunas de Zempoala y la serranía de Zempoala y Huitzilac; al sur por la cuenca del río Yautepec y al este por la sierra de Tepoztlán-Tlaltizapán. Al oeste la limitan la cuenca del río Tembembe y las lagunas de Coatetelco y El Rodeo, y al suroeste la cuenca del lago de Tequesquitengo (Figura 2).

El río Apatlaco se abastece de dos afluentes principales: El Pollo y Chapultepec; aunque también confluyen los arroyos permanentes El Salto y Ojo de Agua; los manantiales El Limón, Chapultepec, Santa María Tepeiti y El Túnel. Nace ya como cauce continuo en los manantiales de Chapultepec y recibe las aguas de las barrancas del centro y occidente de Cuernavaca, destacándose El Túnel, El Pollo (drenaje natural del poniente de la ciudad), Pilcaya, Amanalco, El Limón, Tlazala y Los Sabinos. Aumenta su caudal gracias al río Cuentepec y a los aportes de los arroyos Salado, Fría, Salto de Agua, Colotepec y Poza Honda.

Municipios de la cuenca (Toponimia y ubicación).

La cuenca del río Apatlaco abarca territorios de diez municipios del estado de Morelos, con fuertes raíces culturales como se refleja en sus respectivos escudos y topónimos. A continuación se presentan siguiendo el mismo recorrido del río Apatlaco, desde los

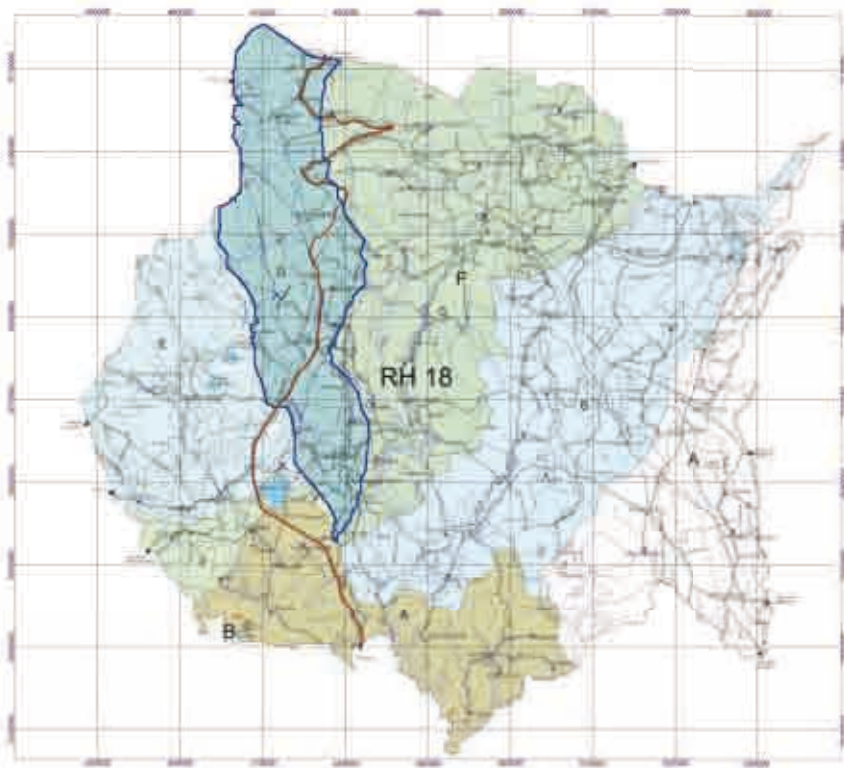


Figura 2. Ubicación de la cuenca del río Apatlaco en el estado de Morelos.
Fuente: Conagua.

puntos más altos a las regiones más bajas y de norte a sur.

Huitzilac

El municipio de Huitzilac toma su nombre de *uitzi-tzillin*, “pájaro mosca o colibrí”, más *atl*, “agua” y *k*, contracción de *ko*, adverbio de “lugar”: “Lugar de agua y colibrí”.



La cabecera municipal, del mismo nombre, se localiza en las coordenadas 19° 01' 39" latitud norte y 99° 6' 02" longitud oeste, a una altura de 2 082 msnm. Con una superficie de 190.175 km², representa el 3.84% del total del estado. Limita al norte con el Distrito Federal y el Estado de México; al sur con Cuernavaca; al este con Tepoztlán, y al oeste de nuevo con el Estado de México. La componen 46 localidades, siendo las cuatro más importantes: la cabecera municipal, del mismo nombre que el municipio, Tres Marías, Coajomulco y Sierra Encantada.

Cuernavaca

Cuauhnahuac, "Lugar que está junto a los árboles", actualmente conocido como Cuernavaca, se encuentra al noroeste de Morelos. En su glifo (tomado del *Códice Mendocino*) se observa un árbol de tres ramas, cuyo tronco presenta un corte en forma de boca del cual sale la vírgula o voluta prehispánica que significa la palabra.



Se localiza en las coordenadas 18° 55' de latitud norte y 94° 14' de longitud oeste, a una altura de 1 538 msnm y con una superficie de 207.799 km². Ello representa el 4.19% del total estatal. Limita al norte con Huitzilac; al sur con Emiliano Zapata y Temixco; al este con Tepoztlán y Jiutepec, y al oeste con el Estado de México. Está dividido en 48 localidades conurbadas como colonias, siendo las más importantes: la cabecera municipal, Ahuatepec, Ocoteppec, Buena Vista del Monte, Acapantzingo, Santa María Ahuacatlán, Alta Vista, Amatitlán, Atzingo, Bella Vista, Cantarranas, La Carolina, San Antón, Chamilpa, Chapultepec, Chipitlán, Las Delicias, Flores Magón, Lomas de Cortés, Lomas de la Selva, Palmira, Reforma, San Cristóbal, Tete-la del Monte, Tlaltenango, Vicente Guerrero, Vista Hermosa, Benito Juárez y Satélite.

Emiliano Zapata

A partir de 1930, el municipio de Emiliano Zapata toma su nombre del general revolucionario. Anteriormente fue conocido como San Francisco Zacualpan y San Vicente Zacualpan. En la época prehispánica tenía por nombre "barrio de Tzacualtipan", palabra mexicana compuesta por dos dicciones: *Tzacualt* (Cerrillo) y *Tipan* (a, sobre este otro), que significan: "Sobre este cerrillo otro", "Lugar de varios cerrillos" o "Sobre este cerrillo nace otro", aunque también hay quien dice que la palabra de Zacualpan debe escribirse *Tzakualpan*, cuya etimología viene de



Tzakual-li (cosa tapada) y *pan* (sobre), que significa “Sobre cosa tapada”. Esta última opinión es la más aceptada.



Se localiza en las coordenadas 18° 53' de latitud norte y 99° 11' longitud oeste, a una altura de 1 350 msnm y con una superficie de 64.983 km², por lo cual representa el 1.31% del estado. Limita al norte con Jiutepec y Cuernavaca; al sur con Tlaltizapán; al este con Yautepec y al oeste con Temixco y Xochitepec. Políticamente está dividido en diez localidades, siendo las más importantes: la cabecera municipal, la colonia Tres de Mayo, Tezoyuca, la colonia Prohogar, El Capiri, Campo El Órgano y la colonia Modesto Rangel.

Jiutepec

El nombre de Jiutepec es la castellanización del viejo nombre náhuatl de la población: *Xiuh-tepec*, y éste de *Xiuh*, a su vez de *Xihuitl*, palabra que tiene varios significados según los elementos gráficos y fonéticos con los cuales se combine. Puede significar turquesas, pasto o hierba, el color azul y también año y piedras preciosas. *Tepe* se toma de *Te-petl*, que significa cerro. “C” es la posposi-

ción que se usa en náhuatl como sufijo de los nombres acabados en *Tl*, últimas dos letras que se substituyen con la letra “c”, que significa “en”. Así, *Tepec* significa “En el cerro”. Por lo tanto, Jiutepec significa: “En el cerro de las piedras preciosas”.



Se ubica geográficamente en las coordenadas 18° 53' de latitud norte y 99° 10' de longitud oeste, a una altura de 1 355 msnm. Con una superficie de 49.236 km², representa el 0.99% del total del estado. Limita al norte con Tepoztlán; al sur con Emiliano Zapata; al oriente con Yautepec, y al poniente con Cuernavaca. Políticamente está dividido en 34 localidades conurbadas como colonias, siendo las más importantes la cabecera municipal, Atlacomulco, Bugambillas, Calera Chica, Cliserio Alanís, Hidalgo, José G. Pares, Moctezuma, Progreso, Tejalpa, Tlahuapan, Vista Hermosa y la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC).

Temixco

Temixco es un nombre de raíz etimológica proveniente de *Te-tl*, “piedra”; *Mizton*, “gato”, y *ko*, “en, donde, lugar de”, lo que

significa: “En el gato de piedra” o “Donde está la piedra del gato”.



Se ubica en las coordenadas 18° 54' de latitud norte y 99° 13' de longitud oeste, a una altura de 1 450 msnm. Tiene una superficie de 87.689 km², lo que representa el 1.77% del total del estado. Limita al norte con Cuernavaca; al sur con Miaatlán y Xochitepec; al este con Xochitepec; al oeste de nuevo con Miaatlán, y al noroeste con el Estado de México. Se divide en 24 localidades, de las cuales las más importantes son la cabecera municipal, Acatlipa, Cuentepec, Palmira, Tetlama y Pueblo Viejo.

Xochitepec

Xochitepec tiene por etimologías *xochi-tl*, “flor”; *tepe-tl*, “cerro”, y *k*, contracción de *ko*, adverbio de “lugar”. Quiere decir, entonces, “En el cerro de las flores”, pues posiblemente se refiera a los relieves de las pirámides topadas que se localizan, una en el kilómetro 92 de la carretera México-Acapulco, y otra en el centro de la población que sirve de base de sustento al pedestal del reloj público.

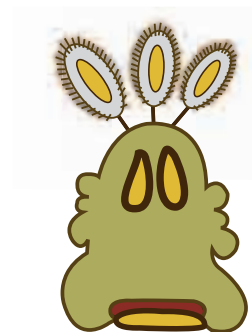
Localizado al poniente del estado, se ubica entre los 18° 59' de latitud norte y 98° 59' de



longitud oeste, a una altura de 1 109 msnm. Cuenta con una superficie de 89.143 km², cifra que representa el 1.80% del total estatal. Limita al norte con Temixco y Emiliano Zapata; al sur con Puente de Ixtla; al este de nuevo con Emiliano Zapata y Tlaltizapán, y al oeste con Miaatlán. Está dividido en 24 localidades, siendo las más importantes la cabecera municipal, Atlacholoaya, Alpuyecá, Real del Puente, Chiconcuac, Nueva Morelos, Benito Juárez, Lázaro Cárdenas, Unidad Morelos, Miguel Hidalgo, y San Miguel La Unión.

Zacatepec de Hidalgo

El primero de estos nombres se deriva de *zaka-tl*, “pasto o grama”; *tépetl*, “cerro”, y *k*, contracción de *ko*, “adverbio locativo”, y quiere decir “En el cerro del zacate”.





Ubicado geográficamente en los 18° 40' de latitud norte y 99° 11' de longitud oeste, se encuentra a una altura de 913 msnm. Su superficie, de 28.531 km², representa el 0.58% del total estatal. Limita al norte con Tlatizapán y Puente de Ixtla; al sur con Jojutla; al este con Tlaquiltenango, y al oeste de nuevo con Puente de Ixtla y Jojutla. Se divide en nueve localidades, de las cuales las más importantes son la cabecera municipal, Galeana, Tetelpa, Chiverías, Guadalupe Victoria y Diez de Abril.

Jojutla de Juárez

Jojutla viene del náhuatl *Xoxutla*, que a su vez se compone de dos raíces: *Xoxu*, de *Xoxouqui*, "de color azul cielo", y *Tla*, de *Tlantli*, "diente", radical utilizado para indicar abundancia. O sea: "Lugar donde abunda el azul cielo".

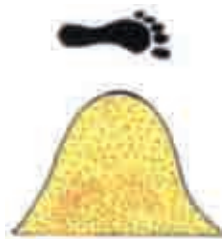


Se ubica en las coordenadas 18° 37' de latitud norte y 99° 80' de longitud oeste, a 860 msnm. Con una superficie de 143.633 km², representa el 2.16% del estado. Limita al nor-

te con Zacatepec y Puente de Ixtla; al sur y al oeste con este último, y al sur y al este con Tlaquiltenango. Se divide en 21 localidades, siendo las más importantes la cabecera municipal, Unidad Morelos, Chisco, El Higuieron, Jicarero, Panchimalco, Tehuixtla, Tequesquitengo, Tlatenchi y Vicente Aranda.

Tlaltizapán

Tlaltizapán quiere decir "Sobre blanca tierra", ya que sus raíces son *tlal-tli*, "tierra"; *tiza-tl*, "polvo blanco", y *pan*, "sobre o encima". Efectivamente, la población se fundó sobre una loma de tierra blanca, por lo cual su jeroglífico da idea exacta de esta característica.



Está localizado en los 18° 41' de latitud norte y 99° 68' de longitud oeste, y a una altura de 940 msnm. Con una superficie de 236.559 km², representa el 4.77% del estado. Limita al norte con Yautepec; al sur con Tlaquiltenango; al este con Ciudad Ayala; al oeste con Puente de Ixtla y Xochitepec; al noreste con E. Zapata, y al suroeste con Zacatepec. Se divide en 38 localidades, entre las que las más importantes son la cabecera municipal,

Bonifacio García, Barranca Honda, Hidalgo, Temilpa, Temimilcingo, Ticumán, Santa Rosa 30, San Pablo Hidalgo, El Mirador, San Rafael Zaragoza, Otilio Montaña y Emiliano Zapata.

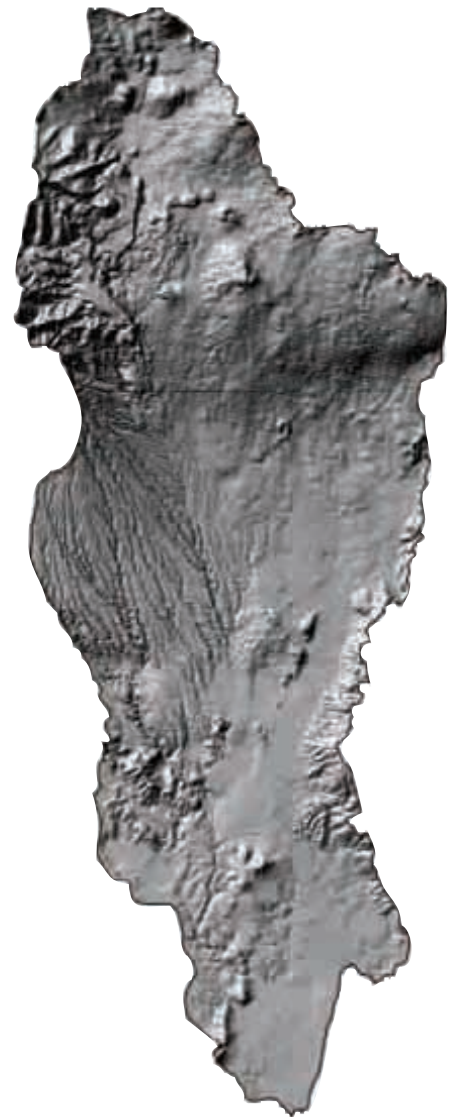
Puente de Ixtla

Este nombre se origina en *ix*, “obsidiana”; *tla*, “abundancia”, lo que quiere decir “Donde abunda la obsidiana”, y “Puente”, debido a un antiguo puente construido allí en el siglo xvi. Al jeroglífico *Ystla* lo forman dos piezas dentales con su encía (semicírculo rojo), sobre el que entra un tajo de obsidiana con su punta hacia la derecha.



Se ubica en las coordenadas 18° 36' de latitud norte y 99° 17' de longitud oeste, a una altura de 906 msnm. Con una superficie de 299.172 km², representa el 6.03% del estado. Limita al norte con Miacatlán y Xochitepec; al sur con el estado de Guerrero, Tlaquilteango y Amacuzac; al oeste con Zacatepec y Jojutla; al noreste con Tlaltizapán, y al oeste con Mazatepec. Se divide en 23 localidades, siendo las más importantes la cabecera mu-

(Las imágenes de los escudos fueron tomadas de la Enciclopedia de los municipios de México de la Secretaría de Gobernación: http://www.morelos.gob.mx/index2.php?action=view&art_id=476).



Modelo de elevación digital de la cuenca del río Apatlaco. Elaboración: IMTA, Coordinación de Tratamiento y Calidad del Agua, sobre una imagen del INEGI.

nicipal, Xoxocotla, Tilzapotla, San José Vista Hermosa y Tequesquitengo.

Relieve

Huitzilac se caracteriza por lo abrupto de su geoforma, que origina una gran concentra-



ción montañosa; se destacan el cerro Zempoala o de la Doncella, de 3 690 msnm, y el cerro de Tres Marías, que alcanza los 3 250. Este municipio se halla en el eje Neovolcánico, entre las faldas de los volcanes Pelado y Ajusco, y una parte del derrame del volcán Chichinautzin. En él se encuentran tres tipos de relieve clasificados como: a) Zonas abruptas o accidentadas, que abarcan el 59% del territorio; b) Zonas semiplanas, que abarcan el 35% de la superficie, formadas por las estribaciones de la sierra del Ajusco, y c) Las zonas planas, que abarcan el 6% y están formadas por mesetas pequeñas en lo alto de la sierra.

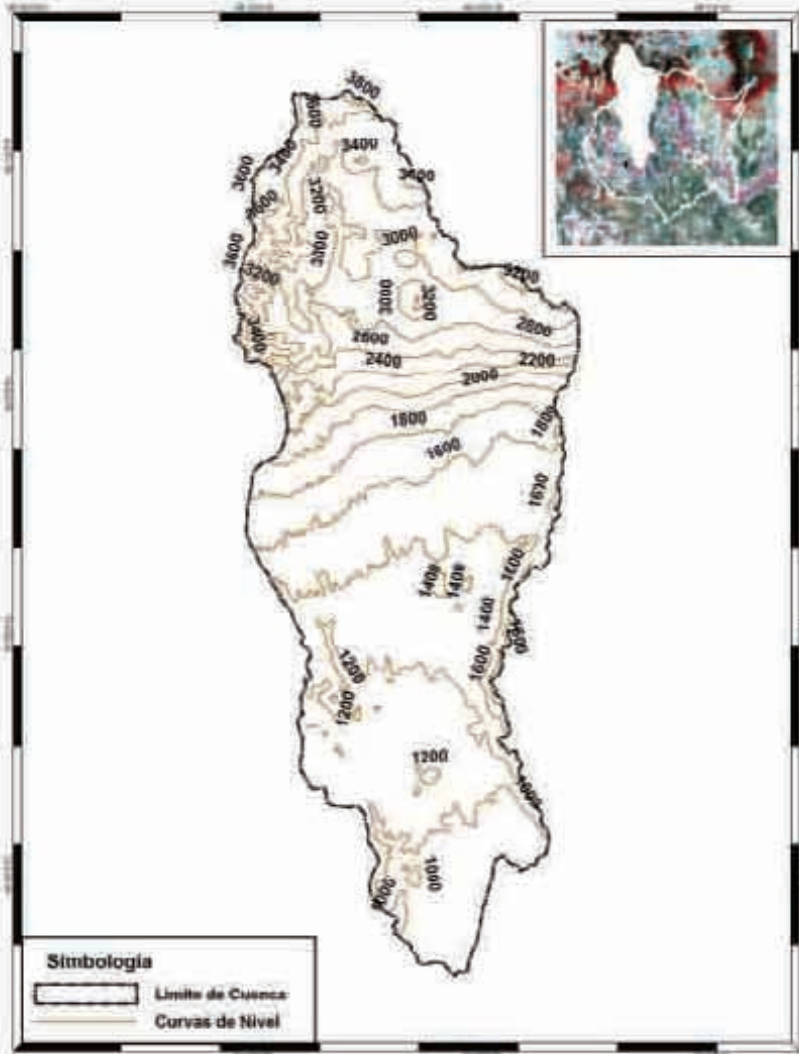
El municipio de Cuernavaca forma parte de la región de los valles y montañas del Anáhuac, en particular de la vertiente sur de la sierra del Chichinautzin, cuyo origen volcánico determina la procedencia de las rocas y suelos que se encuentran en su territorio. Predominan aquí las rocas ígneas extrusivas, basaltos, andesitas y tobas; las rocas sedimentarias, areniscas, conglomerados, calizas, lutitas, y las rocas piroclásticas o materiales cineríticos. El relieve que presenta la cabecera municipal es un declive a partir de los 2 200 msnm, en la parte norte de la colonia del Bosque, hasta 1 255 msnm en la parte sur, en la confluencia de los ríos Apatlaco y El Pollo. Al norte del municipio llegan las faldas de la sierra del Ajusco y al poniente se ubican las serranías de Chalma y Ocuilán, en tanto que al sur y al oriente no existen elevaciones importantes.

En cuanto a Emiliano Zapata, se encuentra ubicado entre dos cerros: por el lado este el de Montenegro, y por el oeste el del Texcal. La mayor elevación es la conocida como cerro Cueva del Aire, con una altitud de 1 650 metros sobre el nivel del mar.

En Jiutepec, la superficie del municipio es en general plana; existen grandes lomeríos, uno el del Texcal, al norte, y dos grandes cerros al sur, llamados antiguamente Llahualxiotépetl-Xiuhtépec, junto con el cerro Pelón, que forma parte de una serie de eminencias calizas que contrastan con las corrientes basálticas. Existen otros como el Gran Cerro, al oriente, y el de la Corona, que colinda con los que forman el Cañón de Lobos. Del Texcal parten algunas depresiones de lava hacia la laguna de Ahueyapan. La parte norte del municipio es el espacio de transición entre el eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur.

En Temixco los cerros más importantes son el del Aire, Ajuchitlán, La Culebra y Colotepec, que comprenden alturas que van de los 2 300 a los 1 200 msnm. El municipio presenta tres formas de relieve: zonas accidentadas debido a barrancas; zonas semiplanas, representadas por tierras abiertas al cultivo, y zonas planas, ocupadas por las áreas urbanas.

Xochitepec cuenta con algunas prominencias aisladas, como el cerro del mismo nom-



Cotas (altitudes) de la cuenca del río Apatlaco. Elaboración: IMTA, Coordinación de Hidrología, sobre un mapa del INEGI.

bre y el de Colotepec, al poniente, situados a una altura de 1 250 msnm. En la parte sur se localizan el cerro de Atlacholoaya y la Loma del Mirador, a los 1 000 msnm. Las zonas accidentadas abarcan aproximadamente el 41% de la superficie municipal y se localizan principalmente al centro, oeste y sureste del municipio, formadas por los cerros de

Colotepec, El Jumil, Las Flores, Acatlipa y La Corona. Las zonas semiplanas se localizan al oeste y al sur del municipio.

En Tlaltzapán se presentan tres formas de relieve: zonas accidentadas, que cubren el 17% del terreno al norte y, al sur de la localidad, así como al sureste del municipio, zonas semiplanas con una extensión del 37% del terreno en las faldas de los cerros. Hay lomeríos al sureste del municipio y zonas planas que abarcan el 46% al centro del mismo.

En Puente de Ixtla están la Sierra de Ocotlán-Cerro Frío (2 280 msnm), el cerro del Potrero de los Burros (1 920 msnm) y el Cerro del Clarín (1 180 msnm). Los lomeríos, como los de Xoxocotla y San José Vista Hermosa, hacen destacar al municipio. En la zona norte se encuentra el cerro de Zacatal, con una altura de 1 200 msnm. Más al sur están los del Mezquite, con 1 500, el cual se prolonga hasta el de Tilzapotla o Cerro Frío, que alcanza los 2 260. La sierra de San Gabriel sirve de límite entre los estados de Guerrero y Morelos.

En Jojutla, el cerro del mismo nombre, con sus 1 550 msnm, es la única elevación del municipio; el resto de la superficie lo componen mesetas, lomeríos y cañadas. Las zonas planas abarcan el 65% del territorio y se localizan al norte del mismo; las zonas semiplanas tienen una extensión del 27% y las accidentadas, al sur de la cabecera municipal, cubren el 8% del terreno.



Por último, Zacatepec de Hidalgo cuenta solamente con el cerro La Tortuga.

Clima

La precipitación media anual, o lluvia media anual registrada en la cuenca, varía entre 1 500 mm en la zona alta (Huitzilac, 2 550 msnm) y 850 mm en la zona baja (890 msnm) Su distribución se muestra en la Figura 3.

Por lo que respecta a la temperatura ambiente, de acuerdo con la clasificación de Köppen y Geiger (1936) modificada por García, en el norte del estado, en el municipio de Huitzilac, el clima es del tipo Cm(w) templado húmedo, con temperatura media anual entre 12° y 18° C y la del mes más frío entre -3° y 18° C. En Cuernavaca se observa un clima de tipo A(C)w₂ semicálido-subhúmedo, el más fresco del grupo de los cálidos y el más húmedo del grupo de los subhúmedos, con temperatura media anual de 22° C, y la del mes más frío de 18° C. Hacia el sur, desde Temixco hasta Jojutla, se observa un clima muy uniforme, Am(w), cálido húmedo con temperatura media anual mayor a 22° C, con un régimen de lluvias semejante al de Cuernavaca.

Erosión

Ahora bien, los datos climatológicos anteriores harían suponer que el estado de Morelos, y en particular la cuenca del río Apatlaco, son sitios geográficos ideales, sin problemas

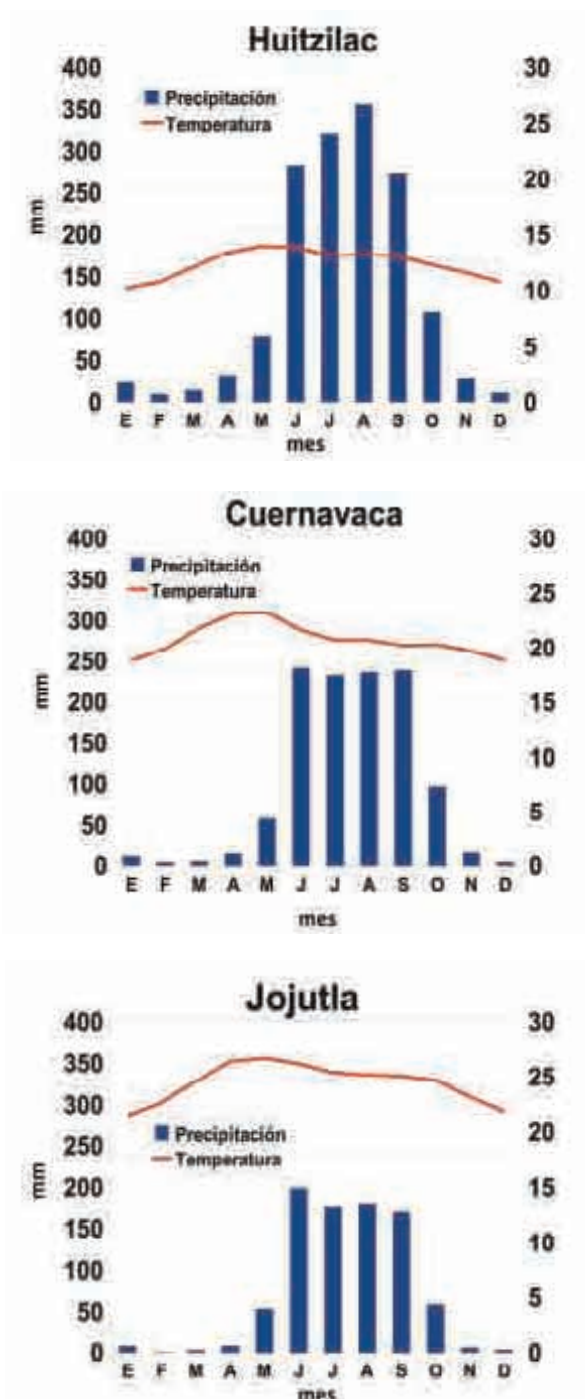



Figura 3. Climogramas de tres localidades representativas de la cuenca alta, media y baja del río Apatlaco. Elaboración: IMTA, con datos de la Conagua.



de relevancia. Pero la orografía del territorio estatal, con su pronunciada pendiente, en combinación con el alto índice anual de lluvias que se registra en sus partes altas, provocan un fenómeno conocido como erosión, el cual en otras partes del país es ya muy negativo. Así, aunque menores que la media nacional, los niveles de erosión en el estado de Morelos no dejan de ser preocupantes, pues el 79.8% de la superficie total de la entidad está afectada en diferentes grados. La Comisión Nacional Forestal de la Semarnat, define la erosión como el “Desprendimiento, arrastre y deposición de las partículas del suelo por acción del agua y el viento”. Entre las zonas afectadas por ese fenómeno se encuentran el río Apatlaco y las lagunas de Zempoala. Aguilar Benítez (1998) se refiere así a dicho problema: “El lugar de Morelos donde es mayor el problema de desgaste del suelo se localiza en el municipio de Huitzilac, y se debe a...la extracción de tierra de monte... Considerando... los múltiples bene-

ficios que los pobladores de los municipios del talud y planicie de la cuenca del río Apatlaco reciben gracias a (estos) ecosistemas... es conveniente pensar en la posibilidad de establecer un ‘impuesto ecológico’... (para restablecer la naturaleza alterada”. A esta circunstancia, entre otras que iremos viendo en los capítulos siguientes, nos referíamos al llamar la atención hacia la necesaria responsabilidad ciudadana sobre el estado actual de la cuenca del río Apatlaco, y la necesidad de mejorarlo.

Urbanización

La ocupación del territorio de Cuernavaca es muy antigua, como lo atestiguan las evidencias encontradas por los arqueólogos Vaillant (1934), así como las magníficas construcciones de Teopanzolco y Xochitepec, amén de los numerosos tepalcates que se encuentran en toda la cuenca. Usualmente, los asentamientos se encontraban en la vecindad de los cuerpos de agua, siguiendo una orientación nortesur. Éstos se mantuvieron durante la colonia, época en que se fundaron nuevos núcleos poblacionales, como las haciendas agrícolas. Ya en el siglo XX, la conurbación de la zona norte se consolida cambiando la orientación hacia el este-oeste. Por lo que hace al crecimiento de la población, a partir de 1980 se censaron 368 166 habitantes sumando los de los municipios de Cuernavaca, Jiutepec, Temixco y Emiliano Zapata, y en el año 2000 se contabilizaron además Tepoztlán, Xochitepec

Diez municipios con buenas lluvias

La cuenca del río Apatlaco se ubica al noroeste del estado de Morelos y cubre un área de 765 km², de los cuales 650 se encuentran en el territorio morelense. La conforman los municipios de: Huitzilac, Cuernavaca, Emiliano Zapata, Jiutepec, Temixco, Xochitepec, Zacatepec de Hidalgo, Jojutla, Tlaltizapán y Puente de Ixtla. La precipitación media anual varía entre 1 500 mm en la zona alta (3 690 msnm) a 850 mm en la zona baja (1 100 msnm) (CNA, 1996). La cuenca está afectada por la erosión en un grado preocupante, aunque no en todas partes grave.



Zona Arqueológica de Teopanzolco, en la ciudad de Cuernavaca, testimonio de la antigua ocupación humana del lugar.
Foto: Adalberto Ríos Lanz.

y Yauhtepec, alcanzándose entonces la cifra de 822 731 hab., de acuerdo con los criterios del Consejo Nacional de Población (Conapo). Reforzando tales argumentos, Rueda y Valenzuela (2007) exponen que la zona conurbada tuvo un crecimiento anárquico en los últimos veinticinco años, mismo que sobrepasó con creces los estudios prospectivos hechos a partir de la declaratoria de dicho polígono territorial, y desarrollando para tal fin un Plan de Desarrollo Urbano en 1982. El cambio de uso del suelo se debió a varios factores, entre los que se destacan: tasas altas de natalidad, migración (tanto laboral como residencial; los sismos de 1985 de la ciudad de México, y la entrada en

vigor del Tratado de Libre Comercio. Todo ello se tradujo en la especulación sobre las tierras y la competencia por las aguas, así como entre el uso agrícola y el doméstico. El resultado del cambio se reflejó en el incremento de la mancha urbana, que, como ya dijimos, se dio de manera no planificada y propició la instalación de asentamientos humanos en lugares no propios para el desarrollo urbano, tanto por su ubicación como por su distribución. Esto impidió atender debidamente las necesidades de infraestructura, equipamiento y servicios municipales. Tabulando el número de habitantes de los municipios de la cuenca obtenidos por el INEGI en su II Censo de



Población y Vivienda, con los computados por Rueda y Valenzuela para la zona metropolitana de Cuernavaca, resulta que casi el 80% ocupa este territorio de 500 km². Tal asimetría en la cuenca media tiene implicaciones en la

merma de la calidad y la cantidad del recurso hídrico que fluye hacia la cuenca baja, y significa un punto más de atención en los trabajos para recuperar la cuenca del río Apatlaco que venimos revisando a lo largo de este libro.



Ceiba aesculifolia o pochote en Xochicalco.
Foto: Adalberto Ríos Lanz.



Ecología

Es importante dedicar este apartado a los aspectos generales de la geografía del estado de Morelos referidos al tema ecológico, mismos que influyen de modo importante en la propia cuenca.

En primer lugar, diremos que otra forma de referirnos a las características geográficas del estado de Morelos es diciendo que se halla entre las zonas neártica y neotropical, que recibe influencia del Eje Volcánico Transversal en su parte alta, y de la Cuenca del Balsas en su región más baja, al centro

y sur de la entidad (Aguilar Benítez, 1995), y que a eso debe sus características ecológicas, de las cuales haremos referencia. Por ejemplo, el marcado desnivel de altitud varias veces mencionado con anterioridad que se presenta en dirección norte-sur. Siguiendo el criterio de Rzedowski (1978) encontramos una amplia riqueza de especies reunidas en ambientes diversos, dentro de los cuales se reconocen los siguientes siete tipos de vegetación:

Bosque de coníferas, bosque de *quercus*, bosque mesófilo de montaña, selva baja caducifolia, pastizal, zacatonal, bosque de galería y vegetación acuática.



Huitzilac; malpaís (pastizal combinado con zacates y arbustos).
Foto: Adalberto Ríos Lanz.

Ahora bien, según se enuncia en el *Plan Estatal de Desarrollo 2007-2012*, el efecto de las actividades humanas sobre el ambiente morelense ha sido tan grave, que muchos de los impactos se han visto reflejados a gran escala en todo el ecosistema, entre otros el cambio en el uso del suelo y la deforestación, los incendios forestales, la contaminación y las plagas.

Tres propuestas de regionalización

De acuerdo con Monroy y Colín (1991), el estado de Morelos está dividido en tres regiones ecológicas: la región montañosa del norte, el valle intermontano y la región montañosa del sur.

La primera se caracteriza por presentar una vegetación primaria de bosque templado, tanto de pino como de pino-encino, y algunas asociaciones de latifolias (árboles de hojas anchas). Esta región se distribuye en la zona del Eje Neovolcánico, y se encuentra en tres estados de conservación: bosque conservado, bosque francamente deteriorado por la tala inmoderada y terrenos cultivados. Esta zona ecológica es el hábitat del “teporingo”, “zacatuche” o “conejo de los volcanes” (*Romerolagus diazi*), que se encuentra en peligro de extinción.

La segunda se localiza en la parte central del estado. Sus recursos naturales han sufrido un serio detrimento cualitativo y cuantitativo ante la expansión de la frontera urbana por un lado y, por otro, por la contaminación. En esta zona se siembran la mayoría de los



Huitzilac, corredor del Chichinautzin, pino (*Pinus sp.*).
Foto: Adalberto Ríos Lanz.



Manantial del balneario San Ramón, en Chinconcuac, Xochitepec.

Foto: Adalberto Ríos Lanz.

cultivos agrícolas que se producen en la entidad, aunque también se pueden encontrar algunos manchones perturbados de la selva baja caducifolia o bosque tropical caducifolio. Por último, la región montañosa del sur se caracteriza por la presencia de una vegetación de selva baja caducifolia, que está todavía conservada en algunas partes de la entidad. Este tipo de vegetación, a su vez, es el hábitat natural de fauna silvestre, bien

representada. En esta zona ecológica aún subsisten grupos campesinos con un amplio conocimiento tradicional del manejo y uso de los recursos silvestres.

Otro modelo de regionalización es el propuesto por la Semarnat, que responde a las particularidades de la problemática y las características ambientales del estado y se empleó en la elaboración del ordenamiento

ecológico del estado. Bajo este enfoque se han definido tres grandes regiones ecológicas: zona norte, zona centro y zona sur.

La primera está integrada por ocho municipios, que albergan una población de 115 740 habitantes, lo que representa el 7.4% de la población estatal. En esta zona se localiza el macizo forestal más importante de Morelos, dentro del cual se ubica el Corredor Biológico (del volcán) Chichinautzin, que incluye a su vez el Parque Nacional Lagunas de Zempoala y el Parque Nacional El Tepozteco.

En la zona norte se originan seis microcuencas: Chalma-Tembembe, Apatlaco, Yautepec, Cuautla, Nexapa y Amacuzac, siendo la zona más importante de recarga de acuíferos de la entidad. En ella se registra una constante presión sobre el bosque, por el crecimiento urbano y las actividades agropecuarias. Además, el 80% de la tala clandestina y el 90% de los incendios forestales de Morelos ocurren en esta región. La segunda se conforma por trece municipios, con una población total de 1 107 421 habitantes, lo que representa el 71.3% de la población es-



El río Apatlaco a su paso por Xoxocotla, Puente de Ixtla.
Foto: Adalberto Ríos Lanz.



Lago artificial del Parque Ecológico de Chapultepec en Cuernavaca.
Foto: Rubén E. Brito Jiménez.

tatal; tiene una topografía accidentada (mesetas y barrancas) que, sin embargo, no ha evitado el crecimiento urbano. En esta región se localiza el Área Natural Protegida Sierra de Monte Negro, con vegetación de selva baja caducifolia. En la zona centro continúa el acelerado crecimiento de las conurbaciones de Cuernavaca (con Jiutepec, Temixco, E. Zapata y Xochitepec) y, fuera de la cuenca del Apatlaco, Cuautla (con Ayala, Yecapixtla, Yautepec, Atlatlahucan y Tlayacapan); asimismo, esta zona presenta una acentuada contaminación de cuerpos de agua y barrancas, ya que en ella se registra la mayor concentración de descargas de las zonas urbanas. La zona sur está conformada por doce municipios, y cuenta con una población de 329 717 habitantes, lo que representa el 21.2% de la población del estado. En esta región se localiza el macizo de selva baja caducifolia

más importante de la entidad, que incluye la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, en la que se integra la mayor concentración de biodiversidad de Morelos. Por otra parte, en esta zona confluyen los escurrimientos de las seis microcuencas del subsistema Amacuzac, que forma parte de la gran cuenca del río Balsas. En cuanto a su problemática, esta zona presenta un desarrollo agrícola y pecuario intensivo, con un notable cambio de uso del suelo de agrícola a urbano. Además, en esta región se ubican las zonas más marginadas del estado, con la consecuente escasez de abastecimiento de agua.

Otro tipo de clasificación de zonas ecológicas ha sido propuesto por Toledo y Ordóñez (1993, citados por Conabio, 1998). Se basa en criterios que incluyen el tipo de vegetación, el clima y aspectos biogeográficos, por

lo que cada zona ecológica se caracteriza por conjuntos de vegetación con condiciones climáticas y linajes biogeográficos similares. Respecto de dicha clasificación, en Morelos están representadas las zonas ecológicas tropical cálida subhúmeda, la templada húmeda y la templada subhúmeda.

Biodiversidad

Al hablar de la ecología de Morelos, vimos que se halla en estricta relación con su geografía y sus condiciones ambientales; éstas son, asimismo, el origen de la biodiversidad estatal. Incluiremos también que a tales factores se agrega la posición geográfica de la entidad entre dos regiones consideradas como centros de endemismos: el Eje Neovolcánico y la cuenca del Balsas (Navarro y Benítez, 1993; Escalante *et al.*, 1993; Flores y Gerez, 1994).

Antes de referirnos a este tema, sin embargo, cabe la mención de que Morelos es el primer estado de la República que ha conseguido la elaboración y publicación tanto de su *Estrategia*, como de su *Estudio sobre biodiversidad*.



Teporingo o zacatuche. (*Romerolagus diazi*).

Estos logros lo sitúan una vez más a la vanguardia, en el marco de la Estrategia Nacional de Biodiversidad y en la contribución al cumplimiento de México con los acuerdos del Convenio de Diversidad Biológica.

Siguiendo adelante con nuestra descripción ecológica de Morelos, diremos que en el estado se reconoce en la actualidad el 21% de las especies de mamíferos mexicanos, el 33% de las especies de aves, el 14% de las especies de reptiles y el 10% de las especies de plantas vasculares registradas para el país; por ello se ubica en el lugar 17, respecto a otros estados, en cuanto a riqueza de especies. Por otra parte, la fauna del estado de Morelos está representada por 3 622 especies, entre invertebrados y vertebrados. Dentro del primero de estos grupos, los insectos comprenden el 94%; en general, los insectos agrupan al 78% de todas las especies de fauna registradas en la propia entidad. En el caso de los vertebrados, existen aquí aproximadamente 600 especies, de las cuales el



Cangrejito barranqueño (*Pseudothelphusa dugesi*), artrópodo endémico de la cuenca del río Apatlaco, considerado hoy como especie en extinción.

Fotografía: Gemma Millán Malo.



El río Apatlaco, a su paso por Xochitepec.
Foto: Adalberto Ríos Lanz.

grupo más representativo corresponde a las aves, que comprenden el 62% de los vertebrados a escala estatal.

Pasando ahora al caso de la flora, cabe mencionar que Morelos se halla entre los nueve estados de más alto endemismo: al respecto,

se tienen registradas 3 845 especies de plantas, incluyendo algas, musgos, hepáticas, helechos y fanerógamas, además de 480 de hongos. Pero, asimismo, es necesario llamar la atención en el sentido de que la escasa difusión, o la falta de estudios sobre la flora arbórea morelense, en especial la de Cuer-



Pájaro bandera (*Trogon elegans*), ave endémica de la cuenca del río Apatlaco, actualmente considerada como “amenazada”. Fuente: Conabio; técnica: acrílico sobre papel. Autor: Marco Pineda

navaca y sus barrancas, ha determinado la propagación de árboles exóticos como el eucalipto, casuarina, jacaranda, hule, tulipán africano, trueno, araucaria, ficus y otras especies, lo cual genera condiciones ambientales sin ningún parecido a los hábitats naturales y no contribuye a la conservación de la estructura original de la vegetación arbórea y de la flora nativas. Poco a poco este efecto ha venido extendiéndose a otros municipios de la cuenca del río Apatlaco. No obstante, la fauna de las barrancas, aunque disminuida de manera importante debido a los asentamientos humanos, sigue estando representada por mapaches, gallinita de monte, zorrillos, tlacuaches, ardillas, víbora ratonera, ranas y lagartijas.

En 1998, la Conabio inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el

objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país, considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido. Entre las áreas detectadas se encuentra el río Amacuzac-Lagunas de Zempoala (Región 67), cuya problemática se resume en que “preocupa la reducción y fragmentación de hábitats y la introducción de especies exóticas”.

Según Ramírez (1995), uno de los principales problemas de las poblaciones animales y vegetales de Morelos es la destrucción masiva de su hábitat, debido a la carencia de una planeación adecuada del crecimiento urbano. En las barrancas se observa cómo el hábitat natural es reemplazado por extensos asentamientos humanos como casas, condominios, hoteles, puentes, etcétera (Batllori Guerrero, *s/f*).

Así pues, en las ciudades de la cuenca existe una intensa modificación del ambiente y se crea un entorno artificial que se deteriora aún más cuando sus descargas de aguas residuales se vierten en los cauces, junto con desechos sólidos, plaguicidas y otros productos químicos.

La vegetación de las barrancas es un factor clave para la supervivencia de las aves, ya que una gran variedad de árboles son usados por diversas especies para alimento, como



perchas, dormideros y lugares para establecer sitios de anidación.

Según la bióloga Noemí Chávez, investigadora del Instituto de Biología de la UNAM, las aves que predominan en las barrancas de Cuernavaca son especies de selva tropical como la perlita, el abia, el perico, la aguililla, el vencejo o avión (*Streptoprogne semicollaris*) (también conocido como “golondrina de agua”, por ejemplo en el salto de San Antón), varias especies de mosqueros o papamoscas (*Pitangus sulfuratur* y otros), verdines (diversas especies de chipes y vireos) o reinitas (*Polioptila caerulea*), primavera (*Turdus rufo-palliatu*s), colibríes (géneros *Amazilia* y otros) y palomas belloterías (*Columbina inca*). Todas estas especies se han visto afectadas por el trastocamiento de la vegetación, la severa contaminación ambiental y los extensos asentamientos humanos, por lo que su número ha disminuido notablemente.

De acuerdo con Ramírez (*Ídem*), algunas aves oportunistas también moran en las barrancas, dada su amplitud ecológica, como las urracas o zanates (*Quiscalus mexicanus*), cuervos (*Corvus corvus*) y gorriones (*Passer domesticus*), que se benefician al alimentarse en los basureros.

En el corredor biológico Ajusco-Chichinautzin, hay especies en peligro de extinción como el ya mencionado conejo teporingo y el venado cola blanca. Por otra parte, en la zona de las barrancas está muy mermada la población del cangrejo de las barrancas



Carpita de Cuernavaca (*Notropis boucardi*). Fuente: AquaNet.

(*Pseudothelphusa dugesi*). Inclusive, a este respecto, hay una iniciativa para establecer una reserva en la zona de San Antón.

En toda la cuenca, la avifauna, presenta un total de 63 especies permanentes, con 15 endemismos, seis especies amenazadas, una rara y dos con protección especial. Entre las endémicas se encuentran la perdiz de los volcanes (*Dendrortyx macroura*) y la matraquita (*Campylorhynchus megalopterus*), que también se encuentran amenazadas de extinción, así como la codorniz arlequín (*Cyrtonyx montezumae*) y el halcón esmerejón (*Falco columbarios*). (Conabio y UAEM, 2004, p. 93.)

Respecto de la ictiofauna (peces), se destaca un habitante del agua del río Apatlaco localizable también en la laguna de Hueyapan, del área protegida de El Texcal: *Notropis boucardi* (carpita de Cuernavaca), del que Günther (1868), según Topiltzin Contreras-MacBeath, de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), dice que “la especie se distribuye únicamente en un sistema de arroyos ubicados al poniente de la ciudad de Cuernavaca, capital del estado de Morelos, así como en un manantial endorreico

del municipio de Jiutepec, dentro del área de conservación ecológica conocida como “El Texcal”. En cuanto a su Categoría de conservación: “No se encuentra en la ‘Lista Roja’ (UICN 2003); sin embargo, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SE-MARNAT-2001) para la protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestres —categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio— lista de especies en riesgo, aparece como ‘Amenazada’ (DOF 2002). No obstante, recientes descubrimientos de esta especie ameritan su cambio de categoría a en peligro de extinción.”

Zonas reservadas y áreas protegidas

Las áreas naturales protegidas (ANP) de Morelos incluyen prácticamente todos los tipos de vegetación existentes en la entidad; sin embargo, los bosques de pino, pino-encino y bosque tropical caducifolio son los mejor representados en las reservas. También, dentro de las ANP de la entidad, se aprecia un alto endemismo de vertebrados.

Cabe mencionar que la cuenca del río Atlaco cuenta, en la zona urbana, con un área natural protegida: la barranca de Chapultepec, de 20 hectáreas, decretada el 6 de enero de 1965, misma que se conoce como Parque Ecológico Chapultepec, a cargo de la CEA-MA (Comisión Estatal del Agua y Medio Am-

biente), con la categoría de “Parque Urbano Estatal”.

Otra, ya mencionada es la “Zona Sujeta a Conservación Ecológica, El Texcal”, declarada así el 6 de Mayo de 1992, comprendiendo 408 hectáreas, de las cuales en su programa de manejo (publicado el 8 de junio de 2005 en el Periódico Oficial “Tierra y Libertad”) se reserva una superficie de 294.4 como área de protección ecológica.

La conservación de especies *ex situ* en el estado es incipiente: sólo se tiene establecido de modo formal un jardín etnobotánico y de medicina tradicional, a cargo del Instituto Nacional de Antropología e Historia, y un cepario de hongos y Jardín Botánico a cargo del CIB-UAEM. (Conabio-UAEM, *op. cit.*)

Morelos, a la vanguardia de la lucha por la biodiversidad

Actualmente, en Morelos se encuentran protegidas por decreto 162 082 hectáreas, las cuales representan alrededor del 26.7% de su superficie total: 122 228 hectáreas son de protección federal y 39 854 son áreas de protección estatal. Por ello, a nivel nacional Morelos es el cuarto lugar entre las entidades con mayor proporción de superficie protegida.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y FOMENTO

DECLARACION de que las aguas del río conocido entre otros nombres con los de Apatlaco o Xochitepec, así como los manantiales que lo forman, en el Estado de Morelos, son de propiedad nacional.

Al margen un sello que dice: Poder Ejecutivo Federal.—Estados Unidos Mexicanos.—México.—Secretaría de Agricultura y Fomento.—Dirección de Tierras, Colonización, Aguas e Irrigación.—Departamento de Impuestos y Pedimentos.—Sección 2a.—División de Pedimentos.—Núm. 178.

Según datos suministrados por los CC. Gobernador del Estado de Morelos y Agente General de esta Secretaría en dicho Estado, aparece que el río Apatlaco o Xochitepec, conocido con los nombres de río del Pollo, Apatlaco, Cuernavaca, Xochitepec y Jojutla o Tetlana, es de carácter permanente.

El origen del expresado río es la abrupta serranía de Zempoala y Huitzilac, en el lugar conocido con el nombre de Hoya del Tepetitl, en terrenos comunales del pueblo de Santa María, ex-Distrito y Municipio de Cuernavaca, a donde afluyen numerosos arroyos alimentados por igual número de manantiales que forman la barranca de Tepetitl, ya citada.

Esta barranca recorre terrenos comunales de Santa María, en donde se le une la barranca denominada La Canoa, continuando por tierras ejidales de los pueblos de Tetela y Tlaltenango, en donde toma los nombres de Tetela, Tlaltenango y Apatlaco; pasa por tierras del rancho de Atzingo y de los ejidos del pueblo de San Antón, en donde toma el nombre de río del Pollo, hasta el puente de Hozac, recorriendo pequeñas propiedades de vecinos de la ciudad de Cuernavaca y del mismo Municipio, y atraviesa terrenos de la hacienda de Tamixco, correspondiendo todos los terrenos anteriores a la Municipalidad y ex-Distrito de Cuernavaca, a 7 kilómetros al Sur de la ciudad de Cuernavaca; pasa después por terrenos de la hacienda de El Puente, por tierras comunales de la Villa de Xochitepec, en donde toma este nombre, y por tierras comunales del pueblo de Atlocholonaya, pertenecientes al Municipio de Xochitepec; continúa por tierras ejidales del pueblo de Xoxocotla, de la Municipalidad de Puente de Ixtla, del ex-Distrito de Tetecala, por tierras comunales del pueblo de Tetelpa, y de las haciendas de San Nicolás y de Zacatepec, de la Municipalidad de Tlalquiltenango, ex-Distrito de Juárez, y finalmente pasa por terrenos comunales de Jojutla, Panchimilco y Tlatenchi, y de la hacienda de El Higuerrón, correspondientes a la Municipalidad de Jojutla, del ex-Distrito de Juárez, para desembocar al río Verde de Yautepec o Higuerrón, afluente del Amacuzac y éste del Balsas, que desemboca en el Océano Pacífico.

En su parte final el río Apatlaco es conocido también con el nombre de Tetlana o de Jojutla.

Sus afluentes principales son la barranca de la Canoa, alimentada por los manantiales de Acuneti; barranca de agua Zarca; barranca de Atzingo, del Tecolote y de Los Pitos, alimentadas por manantiales del mismo nombre de las barrancas que forman, Barranca de Ixteocan,

barranca de los Caldos y río de Chapultepec, todos ellos alimentados por manantiales de caudal permanente.

Recibe a su vez las aguas del río Salado, San Vicente o Xintepec, así como las del río Tetlana.

Resultando de la descripción que antecede, que como el río Apatlaco o Xochitepec, descrito anteriormente, es de carácter permanente y afluente indirecto del río Balsas, que desemboca en el Océano Pacífico, reúne los requisitos que señala el artículo 27 de la Constitución Política vigente, para que una corriente sea declarada de propiedad nacional, por lo que el C. Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, en uso de las facultades que le confieren las leyes relativas, ha tenido a bien declarar que el río Apatlaco o Xochitepec, conocido también con los nombres ya expresados anteriormente, así como los diversos manantiales que lo forman, son de propiedad nacional, quedando reformada con la presente declaratoria, la que se hizo el 18 de septiembre de 1922, relativa a dicho río Apatlaco o Xochitepec, por no haberse expresado en ella los diversos nombres con que también es conocida dicha corriente, ni los manantiales que la forman.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, a 28 de mayo de 1924.—El Secretario, R. P. Deceglri.—Rúbrica.

ACUERDO reservando para fines forestales, la Manzana número 35, Zona V, del fraccionamiento de los terrenos nacionales descubiertos por la desecación del Lago de Texcoco, en el Estado de México.

Al margen un sello que dice: Poder Ejecutivo Federal.—Estados Unidos Mexicanos.—México.—Secretaría de Agricultura y Fomento.

Estados Unidos Mexicanos.—El Escudo Nacional.—Presidencia de la República.—Número 1016.

ACUERDO A LA SECRETARIA DE AGRICULTURA Y FOMENTO

Teniendo en cuenta las ventajas que resultarán para la salubridad pública con el mejoramiento de los terrenos salados descubiertos por la desecación del Lago de Texcoco, para que en ellos puedan sembrarse árboles y formarse praderas; y en vista de que el H. Ayuntamiento de la Municipalidad de Guadalupe Hidalgo, D. F., ha manifestado estar dispuesto a emprender desde luego los trabajos necesarios para mejorar parte de esos terrenos, con fundamento en lo que previenen los artículos 21 de la Ley de Tierras de 26 de marzo de 1894, y 8o. del Decreto de 13 de diciembre de 1909, he tenido a bien dictar el siguiente:

ACUERDO

1.—Se reserva para los fines señalados, la manzana número 35, zona V, del fraccionamiento de los terrenos nacionales descubiertos por la desecación del Lago de Texcoco, ubicada en jurisdicción de Ecatepec Morelos, Distrito de Tlalcapantla, Estado de México, y que queda comprendida dentro de los siguientes linderos: al Nor-

*... en donde el río hostil de su conciencia
¡agua fofa, mordiente, que se tira,
ay, incapaz de cohesión al suelo!
en donde el brusco andar de la criatura
amortigua su enojo,
se redondea
como una cifra generosa,
se pone en pie, veraz, como una estatua.*

José Gorostiza



II. Declaratoria de propiedad nacional

Un primer reconocimiento del cauce del río Apatlaco fue publicado el viernes 16 de agosto de 1924 en el *Diario Oficial.*, Tomo XXVII, Núm. 77, p. 1556. Dicho “reconocimiento” se hizo vía la entonces necesaria declaratoria de propiedad nacional del río, misma que transcribimos a continuación, por considerarlo un elemento histórico importante para el fomento de la identidad y el orgullo de los morelenses:

El texto es el siguiente:

Secretaría de Agricultura y Fomento.

Declaración de que las aguas del río conocido entre otros nombres como los de Apatlaco o Xochitepec, así como los manantiales que lo forman, en el estado de Morelos, son de propiedad nacional.

Al margen de un sello que dice: “Poder Ejecutivo Federal.—Estados Unidos Mexicanos.—México.—Secretaría de Agricultura y Fomento.—Dirección de Tierras, Colonización, Aguas e Irrigación.—Departamento de Impuestos y Pedimentos.—Sección 2a.—División de Pedimentos.—Núm. 178.

Según datos suministrados por los CC. Gobernador del Estado de Morelos y Agente General de esta Secretaría en dicho Estado, aparece: que el río Apatlaco o Xochitepec, conocido con los nombres de río del Pollo, Apatlaco, Cuernavaca, Xochitepec y Jojutla o Tetlama, es de carácter permanente.

El origen del expresado río es la abrupta serranía de Zempoala y Huitzilac, en el lugar conocido como la Hoya del Tepeite, en terrenos comunales del pueblo de Santa María, ex-Distrito y Municipio de Cuernavaca, a donde afluyen numerosos arroyos alimentados por igual número de manantiales que forman la barranca de Tepeita, ya citada.

Esta barranca recorre terrenos comunales de Santa María, en donde se le une la barranca denominada La Canoa, continuando por tierras ejidales de los pueblos de Tetela y Tlaltenango, en donde toma los nombres de Tetela, Tlaltenango y Apatlaco; pasa por tierras del rancho de Atzingo y de los ejidos del pueblo de San Antón, en donde toma el nombre de río del Pollo, hasta el puente de Ilozac, recorriendo pequeñas propiedades de vecinos de la ciudad de Cuernavaca y del mismo Municipio, y atraviesa terrenos de la hacienda de Temixco, correspondiendo todos los terrenos anteriores a la Municipalidad y ex-Distrito de Cuernavaca, a 7 kilómetros al Sur de la ciudad de Cuernavaca; pasa después por terrenos de la hacienda de El Puente, por tierras comunales de la Villa de Xochitepec, en donde toma este nombre, y por tierras comunales del pueblo de Atlacholoaya, pertenecientes al Municipio de Xochitepec; continúa por tierras ejidales del pueblo de Xoxocotla, de la Municipalidad de Puente de Ixtla, del ex-Distrito de Tetecala, por tierras comunales del pueblo de Tetelpa, y de las haciendas de San Nicolás y de Zacatepec, de la Municipalidad de Tlalquiltenango, ex-Distrito de Juárez, y finalmente pasa por terrenos comunales de Jojutla, Panchimalco y



Tlatenchi, y de la hacienda de El Higuérón, correspondientes a la Municipalidad de Jotutla, del ex-Distrito de Juárez, para desembocar al río Verde de Yautepec o Higuérón, afluente del Amacuzac y éste del Balsas, que desemboca en el Océano Pacífico.

En su parte final el río Apatlaco es conocido también con el nombre de Tetlama o de Jotutla.

Sus afluentes principales son la barranca de la Canoa, alimentada por los manantiales de Acunetl; barranca de agua Zarca; barranca de Atzingo, del Tecolote y de Los Pitos, alimentadas por manantiales del mismo nombre de las barrancas que forman. Barranca de Ixteocan, barranca de los Caldos y río de Chapultepec, todos ellos alimentados por manantiales de caudal permanente.

Recibe a su vez las aguas del río Salado, San Vicente o Xiutepec, así como las del río Tetlama.

Resultando de la descripción que antecede, que como el río Apatlaco o Xochitepec, descrito anteriormente, es de carácter permanente y afluente indirecto del río Balsas, que desemboca en el Océano Pacífico, reúne los requisitos que señala el artículo 27 de la Constitución Política vigente, para que una corriente sea declarada de propiedad nacional, por lo que el C. Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, en uso de las facultades que le confieren las leyes relativas, ha tenido a bien declarar que el río Apatlaco o Xochitepec, conocido también con los nombres ya expresados anteriormente, así como los diversos manantiales que lo forman, son de propiedad nacional, quedando reformada con la presente declaratoria,

la que se hizo el 18 de septiembre de 1922, relativa a dicho río Apatlaco o Xochitepec, por no haberse expresado en ella los diversos nombres con que también es conocida dicha corriente, ni los manantiales que la forman.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, a 28 de mayo de 1924—El Secretario, R. P. Denegri.—Rúbrica.

Con base en la Declaratoria anterior, representada gráficamente en la Figura 4, estas aguas de propiedad nacional se rigen por la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, por lo cual la Conagua tiene ingerencia en todos los asuntos que con ellas se relacionen. De la misma forma, se aplica a ellas la Ley Federal de Derechos (LFD), que consigna los pagos que se deben efectuar a la federación por el uso o aprovechamiento de los bienes del dominio público de la nación, así como

El "Acta de nacimiento" del río Apatlaco

La declaratoria de propiedad nacional del río Apatlaco (definitiva de dos versiones) fue publicada el viernes 16 de agosto de 1924 en el Diario Oficial.

Estas aguas propiedad de la nación se rigen por la ley reglamentaria del Artículo 27 constitucional, es decir, la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento. De la misma forma, se les aplican otras, como la Ley Federal de Derechos, que consigna los pagos que se deben efectuar a la Federación por el uso o aprovechamiento de los bienes del dominio público de la nación, así como por recibir servicios que el Estado presta en sus funciones de derecho público.

por recibir servicios que presta el Estado en sus funciones de derecho público.

Con referencia a las zonas de disponibilidad de agua, la LFD indica, de acuerdo con el Artículo 231, que el municipio de Cuernavaca se encuentra ubicado en la zona 5, mientras que Jiutepec está en la 6; Jojutla, Puente de Ixtla, Tlaltizapán y Zacatepec se hallan ubicados en la zona 8 y los restantes municipios de la cuenca corresponden a la zona 7, por lo cual las tarifas por extracción son diferentes en distintos puntos de la cuenca.

Por otra parte, de acuerdo con el Artículo 278-A de la misma Ley Federal de Derechos, son cuerpos receptores tipo B (ríos con uso público urbano; acuíferos) los que siguen:

- Los escurrimientos que dan origen al río Apatlaco en su parte alta, concretamente en los municipios de Huitzilac, Cuernavaca y Temixco.
- Los arroyos Chalchihuapan, Zompantele, Ahutlán, Atzingo, El Tecolote, El Mango y El Túnel, del municipio de Cuernavaca.
- El arroyo Chapultepec, en los municipios de Cuernavaca y Temixco.
- Los arroyos Los Arquillos, Pilcaya y El Limón, en el municipio de Temixco.

Debe tomarse en consideración que esto implica que las tarifas y límites de concentraciones de contaminantes que reciben los cuerpos receptores, incluido el cauce del Apatlaco, son, igual que las tarifas por extracción, diferentes en los siete municipios restantes de la cuenca.



Figura 4. Cauce reconocido del río Apatlaco, dentro de su propia cuenca. Elaboración: IMTA, Coordinación de Tratamiento y Calidad del Agua sobre un mapa del INEGI.



...Agua nadadora
 agua serpiente
 agua madre que en Amacuzac,
 sobre las lajas,
 ensancha el fulgor de sus talentos sayas...

Aguilar de la Torre.



III. El agua y sus usos

Aguas superficiales

De acuerdo con la Declaratoria de Propiedad Nacional, el río Apatlaco se origina en el territorio del municipio de Huitzilac, sin embargo se le reconoce como cauce permanente a partir del manantial de Chapultepec, en Cuernavaca. Entre otros temas a tratar, en este apartado se mencionan otras corrientes que integran su cuenca (Figura 5).

La conformación geológica de los terrenos de Huitzilac no permite la existencia de cauces superficiales permanentes, pero hay filtraciones que alimentan a riachuelos que resurgen en el centro de la entidad y al sur de la misma. Dentro de los cauces intermedios están los ojos de agua Atexcapan, Atzompan, Oclatzingo, El Cedro y El Palomo, además de dos pozos artesianos, uno en la localidad de Sierra Encantada y el otro en la de Guayacahuala. Además, se cuenta con varias barrancas que conducen grandes cantidades de agua en la época de lluvias, entre las que se destacan las barrancas del Muerto, Grande y de Tetecuintla.

El territorio municipal de Cuernavaca es drenado principalmente por el sistema del río Apatlaco, con 184.29 km² (91.1%), con los afluentes de El Pollo y Chapultepec. Sus arroyos permanentes son el Salto y Ojo de Agua, y sus manantiales El Limón, Chapultepec, Santa María Tepeiti y el Túnel.

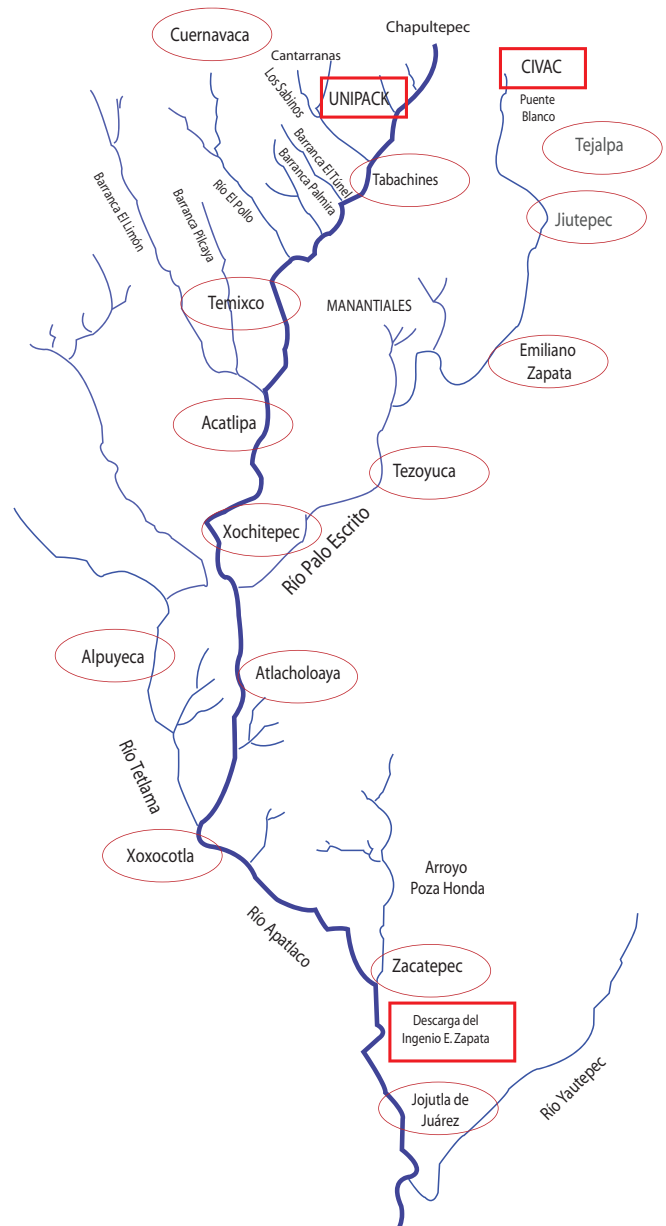


Figura 5. Cauce permanente del río Apatlaco (centro e izquierda, arriba), al cual se unen otros provenientes de la zona oriental del estado (a la derecha). Éstos se unen a su vez a la altura del manantial de Palo Escrito, para recibir nuevos aportes hasta su encuentro con el río Yatepec, al sur del municipio de Jojutla. Elaboración: IMTA, Coordinación de Tratamiento y Calidad del Agua según información del INEGI.

Lavaderos comunitarios en el municipio de Temixco. Foto: Adalberto Ríos Lanz.



Los manantiales de Chapultepec son la principal fuente localizable del caudal permanente del río, mismos que reciben también las aguas de las barrancas del centro y del occidente de Cuernavaca, destacándose las de El Túnel, El Pollo, Pilcaya, Amanalco, El Limón, Tlazala y Los Sabinos. El río Apatlaco aumenta luego su caudal debido al Cuentepec y a los arroyos Salado, Fría, Salto de Agua, Colotepec y Poza Honda.

Las precipitaciones pluviales son el principal abastecimiento de agua a la zona de Cuernavaca. En tiempos pasados, Chapultepec sufrió modificaciones en su cauce con el propósito de beneficiar tierras agrícolas de riego ubicadas al sureste de la ciudad.

En las zonas de Palmira (cañada Guacamayas) y San Antón (cañada del Tecolote), en el municipio de Cuernavaca, se encuentran saltos de agua.

En Jiutepec se enriquece la cuenca con las corrientes pluviales y aguas broncas de los montes y sierras de Chalma y Ajusco, a través de la barranca de Analco. Otra barranca es la Gachupina. En el Texcal existe la laguna de Ahueyapan, formada por el afloramiento de varios manantiales, con una extensión de 1.5 hectáreas. Existe también el manantial de Las Fuentes, casi al centro del pueblo. Y aun existen otros más, pequeños, la mayoría de los cuales se encuentran contaminados. Por otra parte, muchos canales de riego están convertidos en drenajes. El Texcal, a pesar de ser una zona sujeta a conservación ecológica, presenta un desarrollo urbano de los cono-

cidos como “irregulares”, o sea producto de invasiones.

La cabecera municipal de Emiliano Zapata es atravesada de norte a sur por el río Las Fuentes y un ramal del Apatlaco. Además, se cuenta con los ríos Agua Salada y Yautepec, y con los manantiales de Palo Escrito y la Sanguijuela, a la vez que con los arroyos Las Fuentes, Palo Blanco, Canal de Agua Dulce, Salado, La Rosa y Roque, así como con los cauces de las barrancas de Tetecala y San Vicente.

En Temixco, los escurrimientos y cauces que se forman en Cuernavaca y que atraviesan el municipio de norte a sur aportan sus aguas al cauce del propio Apatlaco, el cual recibe también las de la barranca de Pilcaya. En la colonia Alta Palmira pasa la corriente llamada Tilapeña, así como por las localidades de Pueblo Viejo y Panocheras. Al poniente discurren las corrientes del río Toto o Atengo, que pasa por los pueblos Tetlama y Cuentepec, con rumbo al poniente del estado. Los ríos con que cuenta el municipio son el Atengo, El Pollo, Panocheras y Tembembe. Las barrancas principales son la Colorada, El Limón, Pilapeña y Seca.

Xochitepec tiene los ríos Tetlama y el propio Apatlaco, y varios arroyos de caudal permanente: el Salado, el Tlazala y el Colotepec, y los manantiales San Ramón, Palo Bolero, Real del Puente y Campo La Vega. El municipio cuenta además con cuatro presas, dos de ellas sobre el río Apatlaco, que se nutren de los ríos de Real del Puente y Alpuyeca. Por su parte, a la altura de Alpuyeca, el Tetlama riega los campos de Xoxocotla, cuyos escurrimientos a

través de los canales de riego llegan después al lago de Tequesquitengo. El arroyo Salado riega al Campo de la Vega, en el propio municipio de Xochitepec.

En Puente de Ixtla existen los ríos Chalma, Tembembe, Amacuzac y Apatlaco. Cruzan el municipio las barrancas Salada, Cacahuanché, Ahuehuetzingo, Los Arcos, Contreras y Ranchito, y se incluyen en el área municipal dos quintas partes de la laguna de Tequesquitengo y la presa Emiliano Zapata, en Tilzapotla.

Al municipio de Jojutla lo atraviesa el río Alpuyecá, que recoge los derrames de las cercanías de Xoxocotla y toma entonces el nombre de Apatlaco. El Amacuzac atraviesa las localidades de Chisco, Tehuixtla, Río Seco y Vicente Aranda, y en Tenayuca recibe al

río Higuierón o de Yautepec; se contabilizan, además, las restantes tres quintas partes de la laguna de Tequesquitengo.

A Zacatepec de Hidalgo lo atraviesa el río Apatlaco en un muy corto tramo, pasando por la cabecera municipal y regando además los pueblos de Tetelpa, Zacatepec y Galeana.

Aguas subterráneas

En un acuerdo publicado por el *Diario Oficial de la Federación* del 31 de enero de 2003, se dan a conocer los límites de los 188 acuíferos existentes en los Estados Unidos Mexicanos. Los cuatro que subyacen en el estado de Morelos, así como sus áreas de localización, se presentan en la Figura 6.

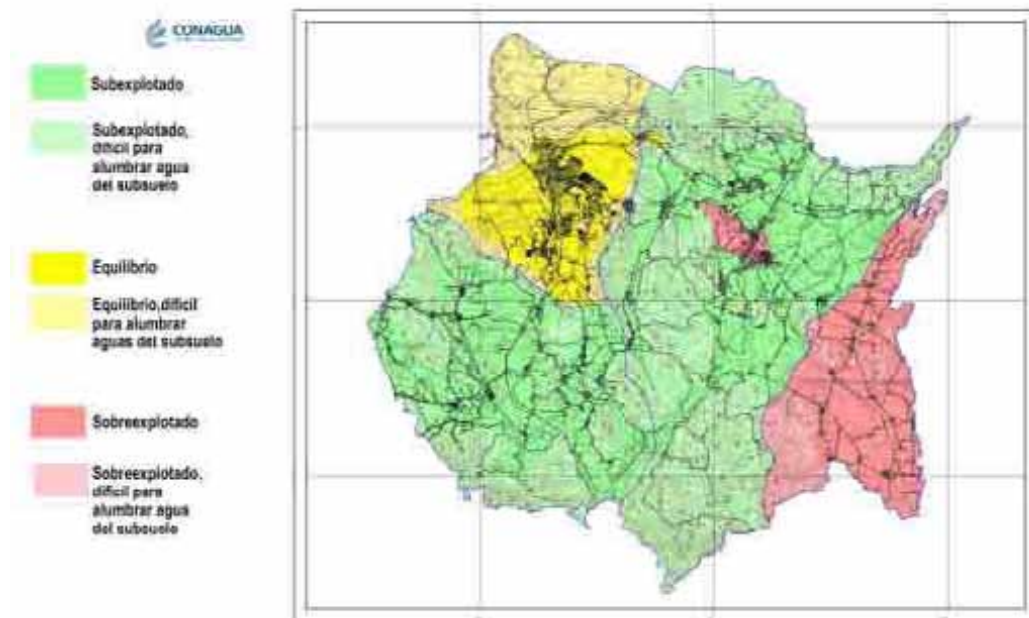


Figura 6. Los acuíferos del estado de Morelos.
Fuente: Conagua

Cuadro 1. Disponibilidad de los acuíferos del estado de Morelos.

Clave	Acuífero	Recarga media anual	Descarga natural comprometida	Volumen de agua subterránea otorgado en concesión	Volumen de extracción consignado en estudios técnicos	Disponibilidad media anual de agua subterránea	Déficit
1701	Cuernavaca	395	175.2	187.05	120.8	32.75	0
1702	Cuatla-Yautepec	319.2	223.9	80.53	279.9	14.77	0
1703	Zacatepec	378	319.8	31.16	359.2	27.04	0
1704	Tepalcingo-Axochiapan	43.8	11.4	34.58	61.3	0	-2.18

Fuente: Diario Oficial de la Federación del 31 de enero de 2003 (cifras en millones de metros cúbicos anuales).

La disponibilidad de los acuíferos estatales (Cuadro 1) se determina a través del anexo técnico de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, Conservación del recurso agua, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Dicha norma fue publicada en el *Diario Oficial de la Federación* del día 17 de abril de 2002.

Los acuíferos motivo de este apartado son los que llevan por nombre Cuernavaca y Zacatepec.

La poligonal que define al acuífero de Cuernavaca, mismo que se localiza entre las coordenadas 18° 47' y 19° 07' de latitud Norte y 99° 07' y 99° 25' de longitud Oeste, colinda en su parte norte con las cuencas hidrológicas del valle de México y del río Lerma. Al este y al sur colinda con los acuíferos de Cuatla-Yautepec y Zacatepec, respectiva-

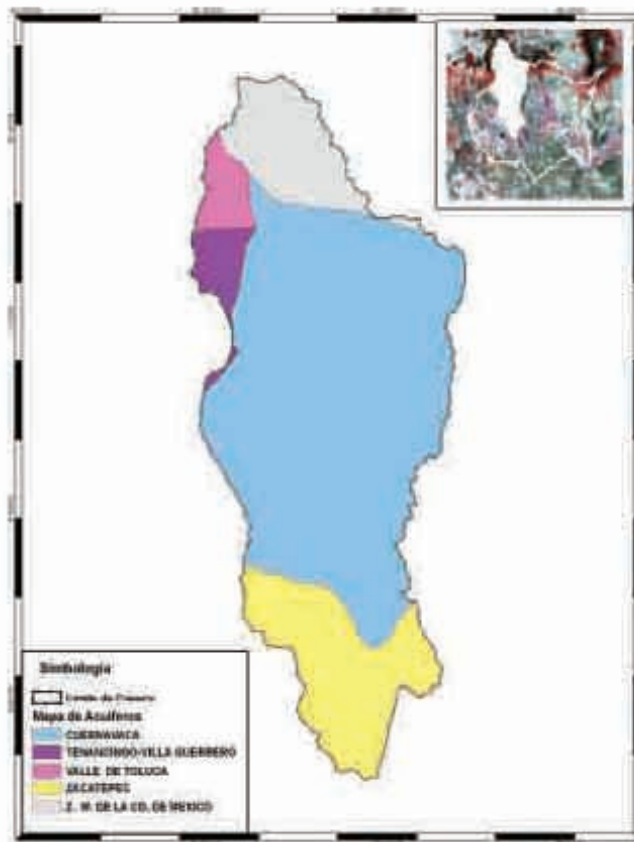



Figura 7. Los acuíferos con influencia en la cuenca del río Apatlaco.
Elaboración: IMTA.
Coordinación de Hidrología.



mente, ambos en el propio estado de Morelos. Al poniente colinda con la cuenca del río Chalma, del Estado de México. Ocupa una superficie de 488 kilómetros cuadrados. (Figura 7.)

Los municipios comprendidos en esta unidad son: Huitzilac, Cuernavaca, Emiliano Zapata, Jiutepec y Temixco, así como la parte norte del municipio de Xochitepec y el poniente de los de Tepoztlán y Yautepec, en el estado de Morelos. La zona norte de la región hidrogeológica incluye parcialmente los municipios de San Pedro Atlapulco, Ocuilán de Arteaga y Chalma, del Estado de México, y las delegaciones de Milpa Alta y Tlalpan, del Distrito Federal.

El acuífero de Cuernavaca incluye parcialmente las cuencas de los ríos Tembembe, Apatlaco y Yautepec. (Conagua, 2002.)

Por su parte, el acuífero Zacatepec se localiza en la porción suroeste de Morelos y colinda al norte con el acuífero de Cuernavaca, al este con el de Cuautla-Yautepec, y al poniente con la cuencas de los ríos Chontalcuatlán y San Jerónimo, ambos del Estado de México.

Los municipios bajo los cuales subyace la zona acuífera son: Miacatlán, Mazatepec, Tetecala, Coatlán del Río, Amacuzac, Puente de Ixtla, Jojutla, Zacatepec, Tlaltizapán y Tlaquiltenango, así como la parte sur de Xochitepec, todos del estado de Morelos.

El acuífero de Zacatepec se localiza al sur de las cuencas de los ríos Chalma, Tembembe y Apatlaco, así como en la confluencia del Yautepec con el Amacuzac.

El acuífero de Zacatepec se encuentra al suroeste del estado. Durante los últimos 20 años, se ha usado sobre todo para la actividad agrícola. En este tiempo, la población creció del orden de 60 000 personas, para llegar en el valle a una población de 277 703 habitantes.

En un estudio geohidrológico referido por la Conagua (2002a), se informa de una extracción subterránea del recurso hídrico cercana a los 14 millones de metros cúbicos al año. Según el Censo de Aprovechamientos Subterráneos de la Jefatura de Proyecto de Aguas Subterráneas, levantado por la Gerencia Regional Balsas, de la Conagua, durante el primer trimestre de 1998 se observa un incremento hasta cerca de los 50 millones de metros cúbicos, contribuyendo en forma importante para ello los usos agrícola (43.4%), público urbano (43.2%) e industrial (10.2%); este último, prácticamente dedicado en exclusiva a la actividad industrial del ingenio Emiliano Zapata, de Zacatepec de Hidalgo.

En el valle de Zacatepec, las fuentes de riego son los manantiales, mismos que contribuyen con 310.9 millones de metros cúbicos al año. Algunos manantiales tienen su origen en la descarga del acuífero regional o profundo, y otros en la del acuífero libre. Ambos contri-



buyen con 207.3 y 103.6 millones de metros cúbicos anuales, respectivamente.

Los manantiales de Las Estacas y Cuauchichinola descargan en el valle de Zacatepec, forman parte del acuífero regional o profundo emplazados en conglomerados calizos del Grupo Balsas sobreyaciendo a los materiales calizo de las formaciones Xochicalco, Morelos y Cuautla, que son el basamento de toda la secuencia estratigráfica para el estado de Morelos.

El acuífero libre, que es motivo de explotación en el valle a través de pozos profundos y norias, se emplaza en las formaciones Cuernavaca y Chichinautzin, que se encuentran más superficialmente.

Entre los poblados de Zacatepec, Galeana, Jojutla, Tlaquiltenango y Tlaltizapán, comienza a generarse un cambio de uso del suelo, de agrícola a urbano, producto del crecimiento poblacional del valle. Como consecuencia, los volúmenes de agua que se utilizaban con fines agrícolas están cambiando, a través de perforaciones para agua potable, al uso público urbano (Conagua, 2002a).

En los documentos de la propia Conagua (2002 y 2002a) se incluye una ilustración que muestra las zonas de recarga, el estado de explotación de los acuíferos, su nomenclatura y las poblaciones bajo las que se encuentran, de lo cual se deduce que mientras que el

acuífero de Cuernavaca está en equilibrio, el de Zacatepec se encuentra subexplotado.

En la cuenca del río Apatlaco, el número de pozos pasa de 44 en 1970, con un caudal extraído de 13.9 millones de m³/año, a 328 en 1997, con un caudal extraído de 120 757 millones de m³/año. El aumento de la demanda se presenta esencialmente en el uso público urbano, el cual representa el 85.1% del caudal total. El uso industrial representa el 9.2%, y los demás usos el 5.7%. La demanda hídrica ha aumentado en 868%, mientras que la población de 1980 a 2000 ha crecido en 232%. Esto muestra una desproporción entre crecimiento demográfico y consumo.

De acuerdo con el registro de la Conagua, existen alrededor de 160 manantiales en el estado.

En su caso, el mayor usuario sigue siendo el sector agrícola, con el 79.2%, seguido por el sector público urbano, con el 19.3 por ciento.

El aumento en las extracciones, reflejadas directamente en el consumo, indica el incremento en las descargas que son vertidas en el río Apatlaco y sus afluentes, modificando su régimen de escurrimiento.

La Figura 8 muestra la situación de los sólidos totales disueltos en los acuíferos del estado, como un parámetro que nos permite conocer la calidad hidrogeoquímica natural del agua. Se ve como aumenta el valor en su recorrido por las distintas unidades de roca, enriqueciéndose con minerales y al llegar a



Figura 8. Sólidos totales disueltos en las aguas subterráneas del estado de Morelos.
Fuente: Conagua.

la zona sur, ya cuenta con una concentración mayor, incrementando también la dureza del agua.

Veamos ahora cómo se emplea el agua en la cuenca.

Agua potable

De acuerdo con el Artículo 2 de la Ley Estatal de Agua Potable de Morelos, los servicios públicos de conservación, agua potable y saneamiento de agua estarán a cargo de los ayuntamientos, con el concurso del estado, y sólo podrán prestarse en forma directa a través de la dependencia correspondiente, o por conducto de organismos operadores, así como por el ejecutivo estatal, a través de la dependencia u organismo encargado del

ramo de agua potable y medio ambiente, o de cualquier otra dependencia que desarrolle las funciones que ésta lleva a cabo, de acuerdo con la Ley de Administración Pública. También se prestará el servicio a través de grupos organizados de usuarios del sector social, y de particulares que cuenten con concesión. Señala este artículo, además, que los organismos operadores formarán parte de la administración paramunicipal de los ayuntamientos.

Los prestadores de los servicios a que se refiere la ley adoptarán las medidas necesarias para alcanzar la autonomía financiera en la prestación de los mismos, y establecerán los mecanismos de control necesarios para que se efectúen con eficiencia y eficacia técnica, a la vez que con transparencia administrativa. Para este efecto, los ingresos resultantes deberán destinarse única y exclusivamente a la planeación, construcción, ampliación, rehabilitación, mantenimiento, administración y prestación de los servicios de agua potable y, en su caso, al saneamiento.

Es conveniente citar (Artículo 7 de la misma ley) los usos específicos correspondientes a la prestación del servicio de agua potable:

1. Doméstico:

a) *Rural*. Se consideran de uso rural las casas-habitación de zonas no urbanas, de acuerdo con el programa municipal de desarrollo ur-



Abastecimiento de pipas en un apante del municipio de Temixco.
Foto: Adalberto Ríos Lanz.

bano, o construidas en poblaciones que sean menores de 2 500 habitantes y cuyos materiales de construcción sean 70% no industrializados, y la actividad principal de la población sean labores del campo.

b) Popular. Se consideran de uso popular las viviendas unifamiliares ubicadas regularmente en zonas marginadas o en la periferia de las ciudades, en predios cuya superficie

máxima de construcción sea de 150 m² y cuyos acabados sean rústicos y sus pisos de firme de cemento pulido simple, con herre-ría tubular o estructural, y cuando el ingreso familiar de los poseedores no rebase el equivalente a dos salarios mínimos mensuales.

Así, solamente el 36.46% de la población estaría en este caso.

c) Habitacional. Se consideran de uso habitacional las viviendas de interés social construidas por instituciones oficiales o particulares que se desarrollen en un terreno específico, desde seis viviendas en régimen de fraccionamiento o condominio. Asimismo, quedarán incluidas viviendas construidas por particulares, cuya superficie máxima de construcción sea de 175 m² y cuando el ingreso familiar de los poseedores sea de entre dos y cinco salarios mínimos mensuales.

La población en este caso comprende el 38.77 por ciento.

d) Residencial. Se consideran de uso residencial las viviendas cuyos predios excedan de 350 m² de terreno, con más del 50% de la superficie construida con acabados de lujo; cuenten con áreas verdes y en algunos casos alberca, y cuando los ingresos familiares de los poseedores rebasen el equivalente a cinco salarios mínimos mensuales.

El porcentaje de la población que se halla en este caso abarca solamente 14.29% del total.

Cuadro 2. Número de usuarios de los organismos operadores por giro en la subcuenca del río Apatlaco.

Municipio	Doméstico	Comercial	Industrial	Otros servicios
Cuernavaca	74 854	5 694	184	
Emiliano Zapata	9 314	650	89	
Jiutepec	27 192	478	55	
Temixco	10 387	200		
Xochitepec	5 774	18	4	
Puente de Ixtla	3 125	8		7
Zacatepec	6 714 (936 c/medidor)	34 (25 c/medidor)		
Tlaltizapan	1 448	5		15
Jojutla	8 602 (1 795 c/medidor)	1 066 (725 c/medidor)		35
Total usuarios	147 410	8 153	332	57

Fuente: Elaboración propia con datos de la CEAMA, 2003. No se encontraron datos confiables sobre Huitzilac.

II. Comercial. Se consideran de uso comercial los establecimientos con ese giro específico.

III. Industrial. Se consideran de uso industrial los establecimientos o factorías donde se desarrollen procesos de transformación de las materias primas.

Como se aprecia en el Cuadro 2, el giro con mayor cantidad de usuarios en todos los municipios es el doméstico. Esto tiene implicaciones socioeconómicas importantes, de acuerdo con el Artículo 98 de la Ley Estatal de Agua Potable: los costos de los derechos de conexión al sistema de drenaje o alcantarillado, cuando el diámetro de la conexión no exceda de 30 cm, oscilan entre 7 y 14 días de salario mínimo para los usuarios de tipo doméstico, dependiendo de

su modalidad. Si se aplicara la normatividad, podría originarse un conflicto social al tratarse de introducir mejoras, puesto que los ingresos mensuales del 85% de los habitantes de la cuenca es menor a cinco salarios mínimos.

Como se aprecia en este mismo cuadro, la cantidad de usuarios de Cuernavaca es significativamente mayor a la de los otros municipios de la cuenca del río Apatlaco.

Un ejemplo concreto: el sistema de agua municipal de Cuernavaca

Por su complejidad y características especiales, no sólo acordes con su



condición de capital del estado de Morelos, vecina de la capital del país, sino distintas de las de organismos semejantes de otros municipios del estado, Cuernavaca cuenta con un Sistema de Agua Potable y Alcantarillado (SAPAC), al cual dedicaremos este breve inciso. Es un organismo descentralizado de la administración pública municipal. Se encarga de administrar, operar y planear la infraestructura de la red del sistema de agua potable del municipio. En enero de 2005 dicho sistema registraba un padrón de 84 974 usuarios, de los cuales 78 908 eran de tipo doméstico y 5 894 de tipo comercial; 172 usuarios eran industriales.



Figura 9. Sectores hidráulicos de SAPAC en la ciudad de Cuernavaca. Fuente: SAPAC.

Según la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), el municipio de Cuernavaca representa el 47% del abastecimiento estatal del agua extraída.

De acuerdo con estimaciones del SAPAC, del agua que se abastece al municipio se

pierden, aproximadamente, cuatro de cada diez litros debido a la existencia de fugas en la red que abastece a la ciudad.

De acuerdo con las recomendaciones para abastecimiento (Ochoa, *et al.*, 1993), incluidas en el Cuadro 3, los datos del número

Cuadro 3. Tipos de usuarios domésticos, y dotación para cada caso.

Tipo de ocupación	Descripción del tipo de vivienda	Dotación l/habitante/día
Uso residencial	Casas solas o departamentos de lujo, que cuentan con dos o más baños, jardín de 50 m ² o más, cisterna y lavadora.	420
Medio	Casas y departamentos, que cuentan con uno o dos baños, jardín de 15 a 35m ² y tinaco.	290
Popular	Vecindades y casas habitadas por una o varias familias, que cuentan con jardín de dos a ocho m ² , con un baño cada una, o compartiéndolo.	180

Fuente: Ochoa, *et al.*, 1993.

Cuadro 4. Características de los sectores hidráulicos de Cuernavaca.

Sector	Área (ha)	Población (habitantes)			
		Residencial	Medio	Popular	Total
1. Tetela	633.34	5 695	22 452	0	28 147
2. Buenavista	1 945.40	13 136	63 835	12 322	89 293
3. Centro	1 072.97	8 608	47 048	3 381	59 037
4. Cuarteles	481.85	1 279	13 305	15 407	29 991
5. Bugambilias	793.46	7 546	35 990	0	43 536
6. Nueva Italia	412.57	4 458	15 088	0	19 546
7. Chapultepec norte	1 369.06	10 404	61 157	4 895	76 456
8. Chapultepec sur	441.92	4 698	17 017	6 332	28 047
Total	3221 386.00	55 824	275 892	42 337	374 053

Fuente: Conagua, Subdirección General Técnica; Gerencia de Ingeniería Básica y Normas Técnicas, 1994. Datos Básicos.

de habitantes del cuadro 4 y los sectores hidráulicos redefinidos posteriormente por el organismo operador (Figura 9), resulta que la dotación considerada para Cuernavaca es de 150 litros diarios por cada habitante, gasto que debería ser constante.

Según estadísticas del SAPAC, durante el mes de diciembre de 2004 los ingresos por consumo de agua ascendieron a \$6 854 308, y el total del año a \$83 795 227, constituyendo el 67.76% de los ingresos totales anuales del propio organismo operador.

Con referencia a los egresos, los resultados de 2004 manifiestan que el rubro que más impacta (30.44%) es el de servicios y suministros, con \$44 558 449, aunque los servicios personales (sueldos, remuneraciones

complementarias, capacitación, personal retirado y honorarios) alcanzan el 37.5 por ciento.

En marzo de 2005 el municipio de Cuernavaca presentó un plan integral para el desarrollo del municipio, que contempló, entre otros rubros, "Agua y drenaje para todos". Se reconocen en ese documento algunos problemas como son la pérdida aproximada de un volumen de 1 800 l/s; un promedio de 35 años de antigüedad de la red hidráulica; distribución del servicio de agua a través de bombeo; horarios de tandeo limitados; gasto excesivo de consumo de energía eléctrica, y gasto excesivo de reparaciones en las tuberías. En el mismo plan se proponen soluciones como la rehabilitación de 13 tanques de almacenamiento, con una población beneficiada cercana a 3 000 habitantes; la construcción



de ocho tanques más, con capacidad total de 4 000 m³, que beneficiarían a 22 900 residentes; la construcción de obras de rebombeo para beneficiar a 10 500 habitantes; el cambio en las formas de distribución del agua potable mediante la disminución de bombeo, al sustituirlos por conducciones de gravedad, y la sustitución de tuberías. Finalmente, se propone la construcción de un subcolector en la colonia Chamilpa, con un monto de \$1 780 000, para beneficiar a una población de 4 548 habitantes.

Una dificultad que surge al proponer la construcción de plantas de tratamiento, es la adquisición de terrenos suficientemente am-

plios para contener las instalaciones. Llama la atención que los predios de las colonias propuestas no tengan más de 400 m², por lo que deberían plantearse en otros sitios, o con tecnologías alternativas.

Las metas propuestas por la Presidencia Municipal de Cuernavaca al Cabildo correspondiente incluyen la reducción en el consumo anual de energía, el cual suma 2 762 560 Kw, lo que representaría el ahorro de 3 238 251 pesos; recuperación de caudal estimado de 28 382 400 m³ anuales (900 l/s), extraídos y no facturados; recuperación de un ingreso de \$6 988 000 por bimestre; incremento en un 50% en el horario de servicio; disminu-



Balneario Las Fuentes, en Jiutepec.
Foto: Adalberto Ríos Lanz.



Grifo en la colonia Sacatierra, Cuernavaca, junto al río Apatlaco.
Foto: Adalberto Ríos Lanz.

ción del índice de fugas en un 70%, y regulación de las presiones disponibles en la red de distribución, de 1.5 a 5 kg/cm², de acuerdo con la normatividad vigente.

En total, el paquete propuesto en el rubro de “Agua y drenaje para todos” alcanza la cifra de 69 578 792 pesos. El cabildo rechazó la propuesta por mayoría, y días después se presentó una diferente que no incluía ya el rubro de agua y alcantarillado.

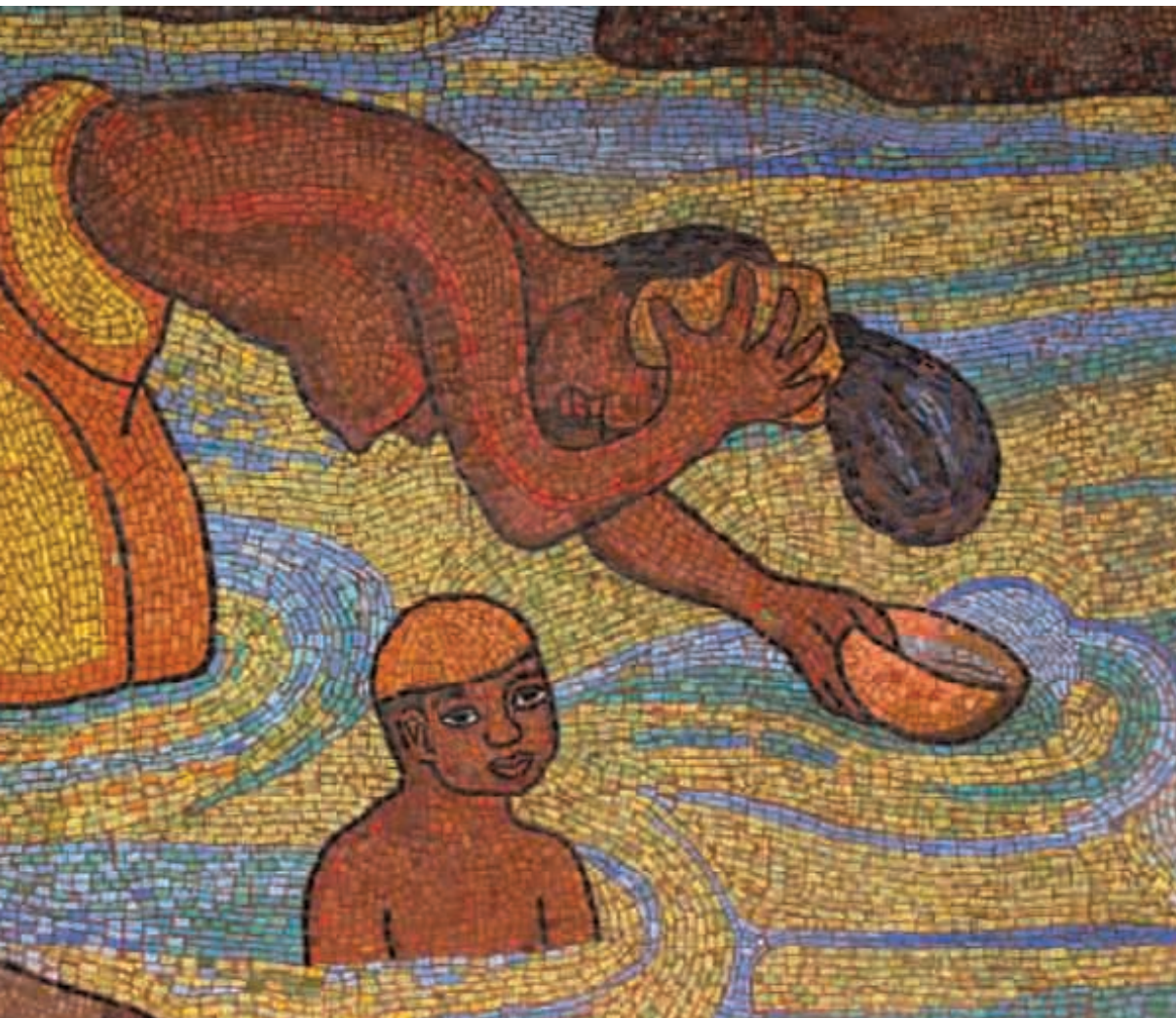
Sin embargo, el 23 de noviembre de 2005 aparece en el *Periódico Oficial Tierra y Libertad*, número 4424, el Decreto número 856, por el cual se autoriza al H. Ayuntamiento de este municipio a celebrar un contrato de crédito, cuyos recursos serán destinados para la ejecución de obras de agua potable y alcantarillado, por un monto de 70 millones de pesos, más los accesorios financieros y

legales que se deriven del mismo. Este documento contiene datos diferentes a los planteados al cabildo. Las recomendaciones del legislativo, al autorizar la firma de contratos, son buscar la mejor opción para el crédito y derivar las aportaciones federales al pago de la deuda.

El consumo anual del recurso hídrico se estima en 150 millones de m³, y representa el segundo lugar de la demanda de agua en el estado. Dicha demanda se ha visto incrementada a partir de 1980, no sólo por el aumento de la población, sino por el esfuerzo que los gobiernos federal, estatal y municipal han hecho para proporcionar estos servicios a las poblaciones marginadas, por pequeñas que sean.

La demanda mayor se concentra en las zonas conurbadas de los municipios de Cuernavaca, Jiutepec, Temixco y Emiliano Zapata, que concentran casi el 60% de la población del estado.

Operan en la entidad más de 600 sistemas de abastecimiento; los hay desde muy pequeños, en las zonas rurales, hasta muy complejos por su configuración, como el ya descrito de Cuernavaca. Pero aún hay que agregar que en el 95% de los casos, el abastecimiento de agua a la población depende del servicio de energía eléctrica, ya que se aprovechan aguas del subsuelo que en algunos casos, por lo profundo de los pozos y por



Fragmento del mural de mosaico “Río Juchitán” o “Baño de Tehuantepec”, original de Diego Rivera (1954-1956), en el Museo Muros, de Cuernavaca.
Foto: Adalberto Ríos Lanz.

la topografía, requieren de varios rebombeos (Sánchez y Espinoza, 1991).

En la zona norte del estado, tanto la imposibilidad de aprovechar económicamente las aguas del subsuelo como la inexistencia de otras fuentes de abastecimiento, obligan a aprovechar pequeños manantiales, y en los casos de

Palpan y Tres Marías al aprovechamiento de algunas fuentes del Estado de México, para lo cual hay que librar largas distancias de conducción y complicada topografía.

Una responsabilidad a la que nos referimos en la Introducción, y que incluye a la sociedad, es la que se refiere al servicio medido.

Con excepción de Cuernavaca, Jojutla y Jiutepec, dicho servicio tiene una cobertura muy baja y en muchos casos es nulo, por lo que su uso ineficiente es común en los diversos sectores. Esto provoca excesos de consumo y desequilibrio hidráulico en el funcionamiento de los sistemas, además de la inconciencia del usuario, ya que la tarifa a pagar es fija sin que importe el consumo.

La antigüedad en algunos casos, y el crecimiento anárquico de los sistemas de distribución en otros, traen consigo rupturas constantes en las redes de distribución, por las altas presiones a las que son sometidas. Por un lado, ello provoca un importante desperdicio en fugas, que en promedio es del orden del 40% y, por otro, la imposibilidad de garantizar la continuidad del servicio, que en muchas zonas urbanas se realiza mediante tandeo.

Ante la falta de continuidad en el servicio, los usuarios se ven obligados a construir cisternas y tinacos, invirtiendo cantidades que bien podrían destinarse al pago real del servicio, si los organismos operadores pudieran darlo en forma ininterrumpida mediante obras de rehabilitación y ampliación de la infraestructura. Por otra parte, el inadecuado mantenimiento y lavado de cisternas provoca fugas y contaminación bacteriana del agua suministrada que, aunque sometida a tratamiento por cloro, puede contaminarse dentro del domicilio con los consecuentes



Canal de riego en un campo cañero; municipio de Zacatepec de Hidalgo.
Foto: Adalberto Ríos Lanz.

problemas de salud, casi siempre imputados a la calidad del agua que el organismo operador entrega.

Aqua para el Riego

Otro uso del agua de suma importancia en la cuenca es el agrícola.

El Distrito de Riego 016 "Morelos", que inicia sus operaciones en 1956, tiene una superficie dominada de 40 200 ha, de las cuales se riegan 35 188, con un total de 17 867 usuarios en todo el estado. Cuenta con 1 082 km de canales, de los cuales 304 están revestidos. (Conagua, 1990.)

Cuadro 5. Uso del agua para riego por parte de las asociaciones de usuarios.

Módulo de riego	Superficie (Ha)	Usuarios	Tipo de organización 2005	Volumen de extracción (m ³ /año)	Volumen en l/s	Fuente de abastecimiento
Alto Apatlaco	1 289	917	Asociación de usuarios del alto Apatlaco, A.C.	38 590 000	1.22	Río Apatlaco
Las Fuentes	4 265	2 609	Unión de usuarios Cuenca de las Fuentes, A.C.	66 790 000	2.12	Manantiales Chapultepec, Cuahuchiles, Las Fuentes, Palo Escrito, San Ramón y Salado, Santa Rosa
Bajo Apatlaco	10 556	5 487	Asociación de usuarios Agrosiglo XXI, A.C.	49 480 000	1.57	Río Apatlaco
				41 980 000	1.33	Río Yautepec
				172 300 000	5.46	Manantiales Chihuahuita, El Salto, Tecoloapan, Las Estacas, Santa Isabel, Santísimo y El Cuate
Total	16 110	9 013		369 140 000	11.7	

Fuente: Registros del Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) de la Conagua.

Los módulos del distrito de riego se configuran de acuerdo con los datos del Cuadro 5, en el cual solamente se indican los que afectan a la cuenca que nos ocupa. La cuarta columna muestra el estado del módulo en 2005. Los usuarios tienen diversificadas sus fuentes de abastecimiento, puesto que cuentan con varios manantiales y aportes superficiales; en ninguno de los casos existen aprovechamientos subterráneos ni descargas. Se aprovechan fundamentalmente manantiales, o se extrae el agua del propio cauce del río Apatlaco.

Los principales cultivos de riego son rosales, maíz, caña de azúcar, sorgos de grano y forrajero, jitomate, arroz, cacahuete, calabaza, jícama, frijol, cebolla y chile. Como cultivos menores se presentan el tomate de cáscara, pasto y hortalizas. La caña y el arroz son los cultivos que más volumen de riego requieren.

La irrigación se hace por medio de nueve tomas distribuidas a lo largo del río Apatlaco, las que reciben agua de diferentes calidades dependiendo de la distancia de la descarga de agua residual más cercana y del grado de contaminación que el río tenga en cada punto, como puede verse en el Cuadro 6. También se riega directamente con aguas residuales domésticas o industriales, de manantiales, o bien de efluentes de balnearios.

El río Apatlaco cuenta con varias obras de toma (Cuadro 6), agua que se aprovecha en su totalidad para riego de cultivos, a excepción de la del canal de Tenayuca, que anteriormente era aprovechada para la generación de energía eléctrica.

De acuerdo con la Conagua (1996), el agua del río Apatlaco se utilizaba para el riego de 2 985 ha, a través de diez tomas ubicadas

Cuadro 6. Superficie de los módulos y extracciones del Distrito de Riego 016 que afectan al río Apatlaco.

Módulo de Riego	Puntos de Control	Superficie física regada	Volumen bruto (millares de m ³) *	Principales cultivos
3 Alto Apatlaco	Primera toma del río Apatlaco	306.0	6 981	Caña de azúcar Arroz Maíz Rosal
	2a Toma del río Apatlaco	240.9	5 724	
	3a Toma del río Apatlaco	142.5	3 248	
	4a Toma del río Apatlaco	477.9	8 448	
	Total Módulo	1 167.3	24 401	
4 Las Fuentes	Manantial Chapultepec	897.8	17 916	Caña de azúcar Maíz Arroz
	Manantial y río Palo Escrito	819.7	1 540	
	Manantial San Ramón	107.3	3 437	
	Manantial El Limón	82.4	8 398	
	Manantial Salado Santa Rosa	502.4	31 291	
	Total Módulo	2 409.6		
5 Agrosiglo XXI	5a Toma del río Apatlaco	475.6	9 952	Caña de azúcar Maíz
	6a Toma del río Apatlaco	446.3	7 735	
	7a Toma del río Apatlaco	389.3	1 462	
	8a Toma del río Apatlaco	286.1	2 861	
	9a Toma del río Apatlaco	200.4	4 990	
	Subtotal	1 797.7	27 000	
	Canal Principal Xoxocotla (Río Tetlama)	916.9	9 978	
	Total módulo	2 714.6	36 978	
Total cuenca del río Apatlaco	6 291.5	92 670		

Promedio de volúmenes de los ciclos agrícolas 2005 a 2007.

Fuente: Conagua. Organismo de Cuenca Balsas. Dirección de Infraestructura Hidroagrícola.

a lo largo de esa corriente. Con ello se beneficiaba a 2 148 usuarios de las comunidades de Chipitlán, Alta Palmira, Temixco, Acatlipa, Real del Puente,

Xochitepec, Alpuyeca, Zacatepec, Tetelapa, Galeana, Jojutla y Panchimalco. De ahí la importancia de que las aguas de este río lleguen lo menos contaminadas posible a estas áreas.

El uso del agua hace 12 años

En 1996, el agua del río Apatlaco se utilizaba para el riego de 2 985 ha a través de diez tomas, con lo cual se beneficiaba a 2 148 usuarios del estado de Morelos. Los cultivos principales eran los rosales, arroz, maíz, caña, calabaza, tomate, jícama y pasto.

Para uso urbano doméstico, el consumo anual se estimaba en 150 millones de m³, lo cual representaba el segundo lugar de la demanda de agua en el estado.

Se estima actualmente que el sector agrícola utiliza 813 millones de m³ anuales en el riego de una superficie del orden de 56 mil ha, de las cuales 35 mil corresponden al Distrito de Riego 016, y que las 21 mil restantes, integradas en 210 unidades de riego, son operadas, conservadas y administradas directamente por los usuarios beneficiados.




Cultivo de arroz en el municipio de Zapata.
Foto: Adalberto Ríos Lanz.

Sin embargo, la mayor parte de los canales principales y secundarios no están revestidos ni cuentan con estructuras de control y aforo. Tal situación, aunada al hecho de que gran parte de la infraestructura fue construida en la época del porfiriato, y a la escasez de recursos y baja participación de los usuarios, ha originado un paulatino deterioro que provoca que casi la mitad del agua que se utiliza se pierda por infiltración y por fugas existentes en la infraestructura. En consecuencia se requiere la aplicación de sistemas de riego de alta tecnología, ya que los existentes son de baja eficiencia.

Por otra parte, el abatimiento de los niveles de bombeo en los pozos de riego, aunado a los incrementos escalonados del costo de la energía eléctrica, impide en muchos casos su aprovechamiento y provoca la falta de uso de la infraestructura y su consiguiente deterioro.

Por lo que respecta al uso pecuario, se estima en total un requerimiento bruto de 45 mil m³ de agua por día, lo cual representa una demanda de 16.4 millones de m³ al año, o sea el 2.5% de la demanda agrícola.



Agua para la industria y los servicios (recreación)

En el año 1999 de acuerdo con Conagua en la cuenca del río Apatlaco se localizaba aquel año el 75% de la actividad industrial del estado (Conagua, 1999).

La industria consume del orden de 32 millones de m³ al año, de los cuales se estima que un 80% se desecha como agua residual de los procesos de producción. El reúso del agua en los procesos industriales es prácticamente nulo, debido a las bajas tarifas del servicio y también a la alta disponibilidad del recurso.

Gran uso industrial del agua, pero ningún reúso

En la cuenca se localiza el 75% de la actividad industrial del estado. Este sector consume 32 millones de m³ de agua al año, de los cuales se estima que un 80% se desecha como agua residual de los procesos de producción. El reúso del líquido en los procesos industriales es prácticamente nulo, debido a las bajas tarifas del servicio y a la relativamente alta disponibilidad del recurso hídrico.

El agua utilizada para recreación en los balnearios, rubro importante en el estado de Morelos, se clasifica como de servicios. El abundante uso de esta agua no es en general consuntivo, ya que, cuando no se la recicla, regresa en su mayoría a las corrientes superficiales.

Dentro de la actividad industrial se destaca la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC), con una superficie de 230 ha. Creada por decreto presidencial en 1966, tenía el antecedente de la empresa Mexama, instalada desde 1961, y de Nissan Mexicana, en el mismo 1966. Syntex, se incorporó en 1967 (PROCIVAC, 2004). Las aguas residuales generadas por dicho parque industrial se vertían crudas, hasta la construcción, en 1979, de la planta de tratamiento Empresa para Control de la Contaminación del Agua de CIVAC, ECCACIV. Diez años después se instaló un sistema de torres biológicas/Krofta, diseñado para tratar hasta 210 l/s (PROCIVAC, 2004a). Las empresas que han enviado sus efluentes a la planta de tratamiento de ECCACIV de 1995 a 2004 pertenecen, en su mayoría, a los giros químico y textil, seguidos de los giros comercial y de servicios.

Clasificada como uso de servicios se encuentra el agua que utilizan los balnearios recreativos. En el estado, éste es un rubro muy importante, ya que son famosos los balnearios de aguas termales, muchas veces consideradas con propiedades curativas, siendo los principales clientes los habitantes de la ciudad de México y sus áreas conurbadas.

El abundante uso de esta agua en general no es consuntivo, ya que cuando no se recicla, la mayor parte regresa a las corrientes superficiales.



Balneario de la Ex Hacienda de Temixco.
Foto: Adalberto Ríos Lanz.

Uso ambiental

Se trata del uso menos valorado del recurso hídrico, pese a ser el más importante. Pero, por fortuna, cada día se despierta más la conciencia ambiental de la sociedad y crece el reconocimiento del compromiso que los seres

humanos tenemos para con las especies con las cuales compartimos el planeta. En este sentido, el agua, además de ser uno de los recursos naturales fundamentales para las actividades humanas, debe ser reconocida como un medio indispensable para el sostenimiento de innumerables especies acuáticas, anfibias y terrestres.



Derivadora de Apotla; Xoxocotla, municipio de Puente de Ixtla.
Foto: Adalberto Ríos Lanz.

¿La naturaleza usa el agua?

No existen cifras específicas del uso ambiental del agua, pero en todos los sistemas acuáticos superficiales la biodiversidad es un elemento importante que influye en la calidad y cantidad del recurso hídrico. Tal es la función que tienen los bosques del norte de Morelos en la recarga de los acuíferos de la región, o la de los microorganismos que intervienen en la depuración de los ríos mediante la descomposición de la materia orgánica.

Las aguas perennes de la entidad, como los manantiales, sirven también de refugio a numerosas especies animales durante las épocas de sequía.

A pesar de que no existen cifras específicas del uso ambiental del agua, sabemos que en prácticamente todos los sistemas acuáticos, sobre todo en los superficiales, la biodiversidad es un elemento importante, que además en muchas ocasiones influye en la calidad y en la cantidad del propio recurso. Tal es el caso de la función que tienen los bosques del norte de Morelos en la recarga de los acuíferos de la región, o la de los microorganismos que intervienen en la depuración de los ríos mediante la descomposición de la materia orgánica. Las aguas perennes de la entidad, como los manantiales, sirven también de refugio a numerosas especies animales durante las épocas de sequía.



*...hay un rincón de selva,
un salvaje jardín de cacahuates,
un torrente de espuma en la ventana
y un riachuelo mojados de planetas
que reinventa el papel de los amates.*

Aguilar de la Torre.



IV. El uso del suelo

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el uso de suelo en la cuenca del Apatlaco es el que aparece en el Cuadro 7, tres de los cuales, dada su importancia, destacamos en las siguientes páginas.

Crecimiento urbano

Al observar la Figura 10 nos percatamos de que las conurbaciones ocupan dos áreas: casi en el centro de la cuenca se aprecia la zona metropolitana de Cuernavaca, que interfiere con la contitud hidrúlica de la propia cuenca y otra menor, hacia el sur, constituida por Tlaquiltenango (fuera de la cuenca), Jojutla, Zacatepec y Galeana. Así, la descripción de la primera adquiere más importancia en esta primera aproximación.

Considerando las características físicas del municipio de Cuernavaca en cuanto a clima, geología, fisiografía y edafología, se desprende, partiendo del límite sur del municipio hasta la cota de los 1 800 msnm, que los usos recomendables del suelo son allí el pecuario o el urbano; entre las altitudes de los 1 800 y los 2 100 msnm, la aptitud es para uso mixto, agrícola y forestal, excepto en la franja colindante con la barranca de Mexicapa, cuyo uso potencial es el agrícola. A partir de los 2 100 metros de altitud, el uso más adecuado es el forestal.

El uso urbano ocupa más del 30% de la superficie del municipio de Cuernavaca, y comprende tanto las áreas urbanizadas como las localidades rurales que se encuentran en condiciones de aislamiento.

Cuadro 7. Uso del suelo por municipio, en hectárea.

Municipio	Total	Agricultura	Pastizal	Bosque	Selva	Matorral	Vegetación secundaria	Áreas sin vegetación aparente	Cuerpos de agua	Áreas urbanas
Estado	487 225	269 398	30 037	30 662	4 072	246	133 640	49	1 179	17 944
Cuernavaca	19 946	4 548	4 396	3 645	0	0	851	0	0	6 506
Emiliano Zapata	6 807	3 437	0	0	0	0	2 474	0	0	896
Huitzilac	19 021	4 147	1 006	11 246	0	0	2 599	0	21	3
Jiutepec	5 524	2 050	192	0	0	0	1 330	0	0	1 951
Jojutla	15 284	11 080	577	0	0	0	2 476	0	733	418
Puente de Ixtla	29 633	16 181	1 311	1 549	0	0	10 110	0	28	453
Temixco	10 243	5 002	1 747	0	0	0	2 114	0	0	1 380
Tlaltizapán	23 709	12 411	730	0	0	0	10 040	0	0	528
Xochitepec	9 254	6 939	726	0	0	0	1 276	0	0	312
Zacatepec de Hidalgo	2 618	1 846	0	0	0	0	406	0	0	366
Cuenca	142 038	67 641	10 685	16 440	0	0	33 677	0	782	12 813

Fuente: INEGI, 1998.

Atados de barbecho de cebada en el corredor del Chichinautzin, municipio de Huitzilac.
Foto: Adalberto Ríos Lanz.



El uso habitacional ocupa el 85% de la mancha urbana del municipio. Del total de la superficie de uso para vivienda, el 33 % es de tipo residencial, en las colonias y fraccionamientos siguientes: Rancho Cortés, Rancho Tetela, Colonia del Bosque, Vista Hermosa, Reforma, Jardines de Cuernavaca, Limoneros, Jardines de Ahuatepec, Maravillas, Club de Golf, Lomas de Cortés, Provincias del Canadá, La Herradura, Bello Horizonte, Delicias, Las Quintas, Tabachines, Palmira y Junto al Río.

La vivienda de tipo medio representa el 20% y se localiza sobre todo en las colonias Lomas de la Selva, Prados de Cuernavaca, Jardines de Reforma, fraccionamientos Jardines de Tlaltenango, Jardines de Tetela, Analco, Lomas Coyuca, etc., y se halla mezclada con tipos de vivienda residencial y popular.

La vivienda popular abarca el 45 % del uso habitacional. Dentro de estas zonas se ubica la mayor parte de las colonias del municipio, entre las que se destacan la colonia Flores Magón, los antiguos poblados de Tetela del Monte, Santa María, Chamilpa, Ocotepec y Ahuatepec, así como las colonias Carolina, Del Empleado, La Lagunilla, Altavista, Satélite, Margarita Maza de Juárez, Estrada Cajigal, Tulipanes, Ruiz Cortínez, Antonio Barona, Villa Santiago, Chipitlán, Lázaro Cárdenas, etcétera.

La vivienda de interés social de alta densidad ocupa el 2% del uso habitacional, y está representada por las siguientes unidades habi-

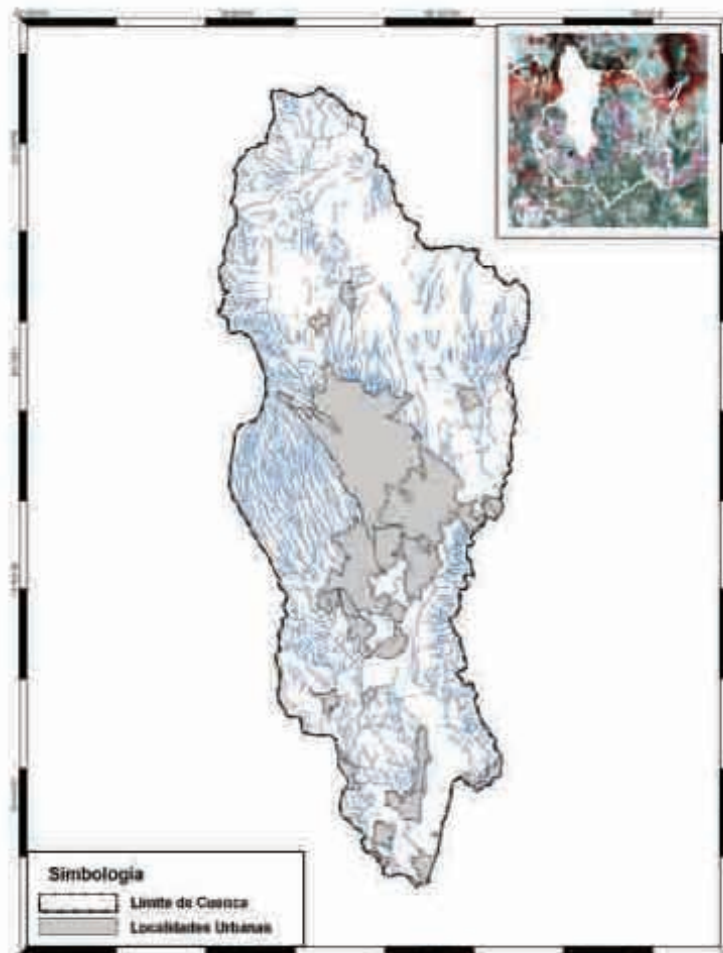


Figura 10. Zonas urbanas en la cuenca del río Apatlaco. Elaboración: IMTA, Coordinación de Hidrología, a partir de un mapa del INEGI.

tacionales: Lomas de Ahuatlán, Recursos Hidráulicos, Texcaltepec, Del Artista, Altavista, Terrazas de San Antón, Solidaridad, Teopanzolco, José María Morelos, Ciudad Chapultepec, Cantarranas y Potrero Verde.

La vivienda precaria se localiza principalmente en la zona de los Patios de la Estación

(que aun cuando allí se presenta la mayor concentración de este tipo de vivienda, no alcanza un porcentaje significativo con respecto al total de viviendas de Cuernavaca), en los derechos de vía del ferrocarril y en los asentamientos irregulares localizados en las

márgenes de algunas barrancas. Asimismo, en áreas ejidales y comunales ubicadas principalmente al noreste del municipio.

En general las zonas habitacionales presentan las siguientes características, en cuanto



Vista parcial del Boulevard Cuauhnáhuac, en la zona conurbada de Jiutepec.
Foto: Marco Sánchez Izquierdo.



a los rangos de densidad de habitantes por hectárea: del total de la superficie urbanizada del municipio, 7 782 ha (73.64%) tienen una densidad poblacional que se ubica en el rango de 0 a 50 hab/ha (H05), correspondiendo principalmente a zonas residenciales y a zonas de vivienda popular en proceso de ocupación; 1 479.35 hectáreas, que representan el 19.01%, tienen una densidad de población que se ubica en el rango de 51 a 100 hab/ha (H1), localizándose en estas áreas predominantemente la vivienda de tipo medio; 536.17 ha, o sea el 6.89% del total, tienen una densidad de población que se ubica en el rango de 101 a 200 hab/ha (H2), y corresponde a la mayoría de las colonias con tipología de vivienda popular. Los rangos anteriores corresponden casi en su totalidad a viviendas unifamiliares.

Las densidades más altas se ubican en las zonas de vivienda multifamiliar de interés social, y se encuentran claramente delimitadas. Representan el 0.45% del área urbana actual y tienen un rango de 350 a 600 hab/ha (H4-H6). La densidad promedio del área urbana es de 66 hab/ha, que puede considerarse como baja. Sin embargo, es congruente dadas la topografía, la estructura vial y la vocación de la ciudad de Cuernavaca.

Tanto la densidad de población promedio como el patrón de urbanización han variado en forma significativa desde 1940. El uso mixto ocupa una superficie de 795.68 ha, lo que representa el 10.22% del área urbana. Se localiza principalmente sobre los corredores urbanos, en el centro y los subcentros de la

ciudad, así como en los centros de barrio, estando representados dichos corredores por las avenidas Emiliano Zapata, Álvaro Obregón, Morelos, Domingo Diez, Poder Legislativo, Vicente Guerrero y Plan de Ayala, así como por las calles Río Mayo y San Diego, y el bulevar Paseo Cuauhnáhuac.


El centro urbano de Cuernavaca concentra todo tipo de actividades: comerciales, de servicios, de administración pública y privada, turísticos, culturales y habitacionales. Comprende una superficie de 161.53 ha, que representan el 2.07 % del total de su superficie.

La zona de subcentros urbanos se localiza sobre la avenida Plan de Ayala y el bulevar Paseo Cuauhnáhuac, desde la glorieta de Chapultepec hasta la planta de almacenamiento de Petróleos Mexicanos, frente a la Alameda de la Solidaridad.

Por su parte, los centros de barrio ocupan una superficie de 161.40 ha, que representa el 2.07 % del área urbana. Se localizan en Ocotepc, Atlacomulco, Ahuatepec, Amatlán, La Estación, Santa María Ahuacatlán,

Uso diversificado del suelo

El uso de suelo en la cuenca del Apatlaco es, dentro de un total de 142 038 ha: agricultura (67 641); pastizal (10 685); bosque (16 440); vegetación secundaria (33 677); cuerpos de agua (782) y área urbana (12 813).



Tetela, San Jerónimo, Tlaltenango, Acapanzingo, El Calvario, San Juan, San Antón, Melchor Ocampo, Gualupita, Carolina, Antonio Barona, Ahuatlán, Palmira, Lázaro Cárdenas, San Pablo y Teopanzolco.

El uso comercial se localiza en el centro, subcentros y corredores urbanos, mezclado con otros usos. Existen también en la ciudad importantes centros comerciales, que en conjunto ocupan una superficie de 81.76 ha, lo cual representa el 1.05 % del total de la mancha urbana.

En el municipio de Emiliano Zapata, dada la alta productividad de las actividades agropecuarias, se cuenta con cultivos de raíces someras propias de la región, pues el tipo de suelo agrícola tiene una textura arcillosa y pesada, apropiado especialmente para cultivos que necesitan un control adecuado de agua. Es el caso del arroz, maíz, frijol, caña de azúcar, etcétera. La superficie aproximada del municipio es de 64.983 km², de los cuales en forma general para uso agrícola se utilizan 3 362 ha; 1 196 para uso pecuario; 930 para uso forestal, y 16 para uso industrial. En cuanto a la tenencia de la tierra, ésta se puede dividir en 3 168 ha de propiedad ejidal, 508 de propiedad comunal y 466 de propiedad particular.

En Jiutepec, de las 7 400 ha que conforman el municipio sólo 500 se dedican a la agricultura. Como ya se mencionó antes, el área de protección ecológica comprende 40.7 ha de la zona de El Texcal. El resto del territorio se encuentra urbanizado, destinado a acti-

vidades industriales o es parte de la reserva territorial (23.3% del territorio; 3% de reserva territorial de Cuernavaca).

Temixco cuenta con una superficie aproximada de 87.68 km², de los cuales 13 262 ha se utilizan para uso agrícola, 5 676 para uso pecuario y cinco para uso industrial. En cuanto a la tenencia de la tierra, se puede dividir en 2 651 ha de propiedad ejidal, 2 900 de propiedad comunal y 1 515 de propiedad privada.

Al sur, en Jojutla, de la extensión total del municipio se utilizan en forma general 6 975 ha para uso agrícola, 3 856 para uso pecuario y 4.5 para uso industrial.

Puente de Ixtla cuenta con una superficie aproximada de 299.17 km², de los cuales en forma general a 6 975 ha se les da uso agrícola y a 3 856 uso pecuario.

En Tlaltizapán, de la superficie del municipio, 14 869 ha son de propiedad social y al resto se dan uso urbano, pequeña propiedad y otros; la propiedad social está compuesta por 13 084 ha ejidales y 985 comunales.

Cambios de uso del suelo.

Cuernavaca como ejemplo

Ahora bien, con ser el municipio que presenta un mayor desarrollo urbano, Cuernavaca conserva aún otros usos del suelo que éste. Por



ejemplo, el uso forestal representa allí aproximadamente el 30.10% del territorio municipal, y corresponde a las áreas boscosas que se localizan al norte y en las márgenes de las barrancas que corren de norte a sur.

El uso de suelo para agricultura de temporal en el mismo municipio, así como en las zonas baldías que ocupan el 25.03% de su superficie, se localizan en su mayor parte al poniente, y en menor proporción al norte y al oriente. En general, las zonas agrícolas del municipio son de baja productividad por las características de sus suelos.

Las zonas de uso agropecuario con presión para ser urbanizadas son aquéllas que se encuentran en colindancia o rodeadas por la mancha urbana, como es el caso de las tierras comunales de Ahuatepec. Se localizan éstas al oriente de la ciudad, en donde se están generando asentamientos irregulares por el fraccionamiento ilegal de parcelas comunales. Una situación similar se presenta en las tierras del ejido de Chipitlán, ubicadas al sur de Cuernavaca, las que también se encuentran rodeadas por fraccionamientos urbanos.

Tipos de suelo y sus clasificaciones

La Figura 11 muestra la distribución de los tipos de suelo reconocidos por los organismos internacionales así como las zonas urbanas, que ya se habían ilustrado al inicio del capítulo. Al norte de la cuenca, en la zona de

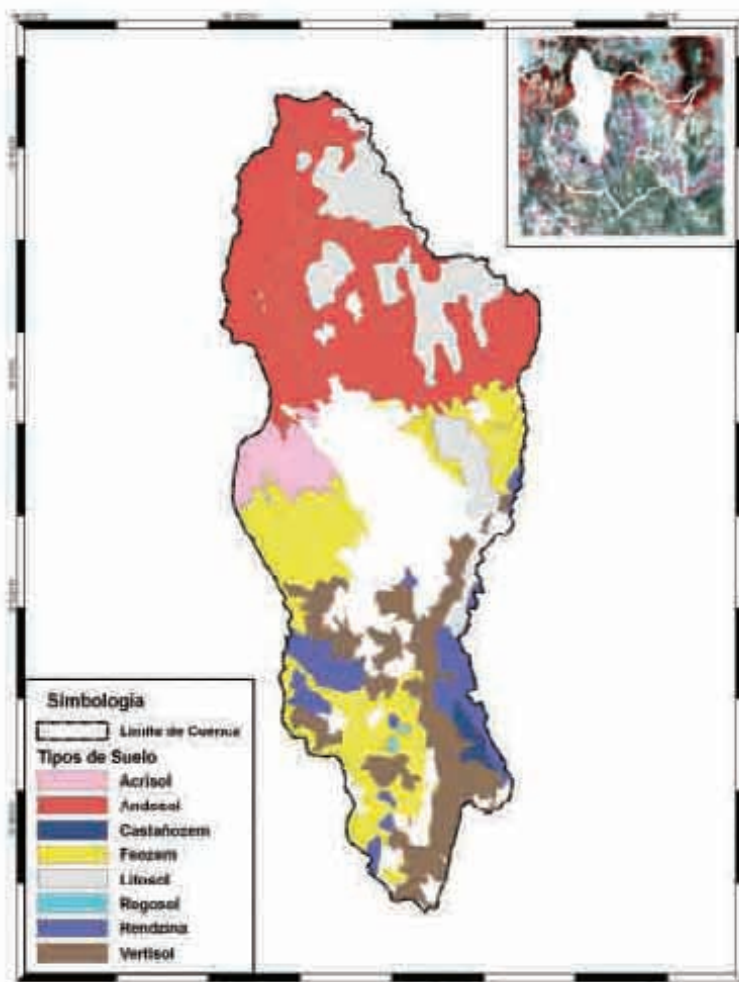


Figura 11. Tipos de suelo existentes en la cuenca del río Apatlaco. Elaboración: IMTA, Coordinación de Hidrología, a partir de un mapa del INEGI.

recarga de acuíferos, el tipo de suelo corresponde a los andosoles, que se forman a partir de cenizas volcánicas. Poseen una capa superficial muy suelta, con abundante materia orgánica, y frecuentemente presentan una capa endurecida de drenaje deficiente como límite interno (tepetates); por estas circunstancias, son muy susceptibles a la erosión. Su potencial de aprovechamiento es muy variable, aunque de preferencia deben dedicarse al uso forestal, pues sus propiedades limitan su rendimiento agrícola; es decir, retie-

nen elementos como el fósforo y el potasio. Además, son suelos relativamente ácidos y pueden desarrollar toxicidad por exceso de aluminio.

Compartiendo esta distribución, ocurren los leptosoles (que abarcan tanto a los litosoles como a las rendzinas presentes en los márgenes de la parte baja de la cuenca), que son suelos muy someros y pedregosos, de poco desarrollo y con pocas características particulares; su formación se lleva a cabo sobre rocas consolidadas, asociados a zonas montañosas, por lo que son altamente susceptibles a la erosión. Su potencial agrícola es limitado; para preservarlos de la erosión es preferible conservarlos bajo vegetación natural.

En la porción occidental de la cuenca media, al norte del Glacis de Buenavista, el tipo de suelo corresponde a los acrisoles, que son suelos similares a los luvisoles (formados en materiales de reciente depósito). Si exhiben colores rojizos, indican un drenaje muy eficiente y condiciones de buena aireación. Son suelos con reacción ácida, restrictiva de los cultivos que pueden prosperar en ellos. Son suelos que requieren fertilización y se pueden endurecer, impidiendo la penetración de raíces.

Los feozems, presentes en la cuenca media, sobre los que se asienta una amplia porción la zona metropolitana de Cuernavaca, se forman

sobre materiales no consolidados de reacción alcalina. Son relativamente profundos y con un desarrollo medio; algunas de sus arcillas han sido eliminadas de la parte superior y se acumulan a cierta profundidad. La capa superficial de este tipo de suelo es oscura por los aportes de materia orgánica. La humedad no llega a ser excesiva, lo que evita el arrastre y la pérdida de nutrimentos debido al drenaje, por lo que su potencial agrícola es alto. Se utilizan intensivamente para la producción de granos y hortalizas, en muchas ocasiones con el auxilio del riego. La principal amenaza para este tipo de suelos se deriva de las técnicas agrícolas in-



Rastrojo en los arrozales del municipio de Zapata.
Foto: Adalberto Ríos Lanz.



Puente sobre un canal, afluente del río Apatlaco, a su paso frente a un nuevo conjunto habitacional.
Foto: Adalberto Ríos Lanz.

tensivas: el uso de maquinaria pesada los compacta y el uso indiscriminado de agroquímicos altera su composición.

Un tipo de suelo parecido al anterior son los castañozems, que tienen una distribución limitada en nuestro país. Generalmente sustentan vegetación de pradera, son fértiles y poseen materia orgánica en abundancia.

Estos suelos se desarrollan bajo climas un poco más secos que los feozems, y pueden presentar cúmulos de carbonatos de calcio. Tienen una alta fertilidad potencial, pero la limitante para su aprovechamiento muchas veces es la escasez de agua. Si se introduce riego, deben monitorearse los niveles de salinidad. Se usan también para pastoreo extensivo.

Los vertisoles están distribuidos en la cuenca media y baja. Son suelos que se desarrollan en climas tropicales con una marcada diferencia entre las estaciones seca y húmeda. Estas condiciones favorecen la formación de arcillas que tienen la propiedad de dilatarse cuando están húmedas y, con la sequía, agrietarse hasta una profundidad de 50 centímetros de profundidad. Son suelos casi siempre muy fértiles, aunque con ciertas dificultades de manejo agrícola en la labranza debido a que drenan mal y presentan deficiencias en materia orgánica; también son proclives a acumular sales. Como en el caso de los feozems, la maquinaria pesada y el exceso de agroquímicos pueden llegar a dañar su estructura.

Finalmente, los regosoles son suelos profundos y bien drenados, que se forman a partir de materiales no consolidados. Las características que los diferencian de otros suelos aún no se desarrollan y pueden convertirse, al paso del tiempo, en otros tipos de suelo. En caso de que se presenten sobre laderas, son susceptibles de erosionarse fácilmente. El aprovechamiento agrícola en este tipo de suelos es muy limitado, pero su conservación muchas veces redundará en una eficiente recarga de acuíferos.

A efecto de apoyar la conservación del uso del suelo original, el IMTA ha organizado una serie de acciones en las cuencas de Morelos,



Composta. Municipio de Cuernavaca rumbo a Chalma.
Foto: Adalberto Ríos.

entre las que se destacan la transferencia de metodologías; acciones conservacionistas de campo; capacitación e inicio de investigación sobre tasas de erosión en suelos de ladera y parcelas de alta densidad en el cultivo de maíz, y desarrollo de proyectos que propician la participación consciente de los habitantes, entre otras actividades.



*A Cuernavaca voy, que sólo aspiro
a disfrutar sus auras un momento:
pausa de libertad y esparcimiento
a la breve distancia de un suspiro.*

Alfonso Reyes.



V. Calidad del agua

La percepción de los aspectos visuales (color, presencia de grasas y aceites, natas, espuma y basura o materia flotante en general), y de malos olores, es la que más impacta a la sociedad en la evaluación de la contaminación ambiental. De acuerdo con House (1966), la percepción de la calidad del agua en la mayoría de los casos depende completamente de estos aspectos estéticos –considerados ya en los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua (CECA), promulgados en 1989 por la entonces Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología– aunque puedan no estar relacionados con las características fisicoquímicas o biológicas del recurso.

En las consideraciones de los aspectos estéticos de los CECA, se indica que el cuerpo de agua debe estar libre de sustancias atribuibles a aguas residuales u otras descargas que:

1. Formen depósitos que cambien adversamente las características físicas del recurso;
2. Contengan materia flotante como partículas, aceites u otros residuos que den apariencia desagradable;
3. Produzcan color, olor, sabor o turbiedad, o
4. Propicien vida acuática indeseable o desagradable.

El concepto de “calidad” implica un juicio subjetivo-perceptivo, que en el caso del agua

depende tanto del uso al que el propio recurso se destine como de la actitud de la comunidad que lo emplea. Puede conceptualizarse también como la capacidad intrínseca que el agua tiene para responder a los usos que se podrían obtener de ella. O, como la define la Directiva Marco de las Aguas de la Comunidad Europea (2007), “aquellas condiciones que deben mantenerse en el agua para que ésta posea un ecosistema equilibrado y que cumpla los Objetivos de Calidad que están fijados en los Planes Hidrológicos de Cuenca”.

En realidad, el análisis de la calidad de un cuerpo de agua no puede separarse de las descargas que recibe (afluentes, aportes de agua subterránea o descargas de aguas residuales), aunque la concepción legal analice de modo particular cada componente.

En el caso de los CECA, no existe propiamente el “uso público urbano” sino sólo la “fuente de abastecimiento de agua potable”, lo cual dificulta el análisis.

En materia de descargas de aguas residuales, de acuerdo con la Ley Federal de Derechos (LFD), el río Apatlaco es un cuerpo receptor tipo “B” –con uso público urbano– en los municipios de Huitzilac, Cuernavaca y Temixco. Así, el río y algunos de sus afluentes deberían recibir el 62.5% de los promedios diarios de los parámetros sólidos suspendidos totales y demanda bioquímica de oxígeno y, en el



caso de metales, el 50% que captarían si fuese tipo “A” (uso en riego agrícola).

El IMTA efectuó un muestreo en tres puntos del cauce, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 8.

Puede verse en el mismo cuadro que el nivel de concentración de oxígeno disuelto en el cauce es alto, y que tiende a incrementarse conforme el río desciende; tal situación es consecuencia de la topografía del cauce pedregoso y de la pendiente, que provocan en él una aereación continua. Lamentablemente, también lo hacen las sustancias activas al azul de metileno –forma de cuantificar los detergentes–, que interfieren con la actividad

microbiana (eso se aprecia al disminuir los nitritos) y forman espuma. Las grasas y aceites, que no debieran presentarse, tienden a aumentar poco a poco aguas abajo.

La relación entre los nutrientes nitrógeno y fósforo, sin norma legal pero ecológicamente importante, es muy baja, y potencialmente favorece el desarrollo de cianobacterias. Sin embargo, las concentraciones de fósforo son muy altas. De ahí que estas aguas puedan fertilizar tanto a los vegetales terrestres como a los acuáticos. La influencia del pH en un intervalo determinado (6.5-8.5), y la toxicidad de las concentraciones de nitrógeno amoniacal –indicador de evacuaciones animales–, es un fenómeno bien estudiado.

Cuadro 8. Resultados del muestreo del 13 de mayo de 2005.

Ubicación	N 18° 53' 20,5"	N 18° 51' 43,8"	N 18° 51' 23,8"
	W 99° 13' 3,4"	W 99° 13' 23"	W 99° 13' 26,5"
Altitud (msnm)	1 386	1 262	1 258
Temperatura del agua (°C)	20.2	21	21
Conductividad (µS/cm)	324.6	293.1	359
pH unidades	7.71	7.89	7.85
Oxígeno Disuelto (mg/l)	4.56	5.89	5.57
Cloruros (mg/l)	25.4	18.3	22.7
Nitrógeno orgánico (mg/l)	1.83	1.85	2.06
Nitrógeno amoniacal (mg/l)	2.15	4.32	4.66
Nitritos (mg/l)	0.6014	0.4003	0.5225
Nitratos (mg/l)	2.7	1.61	3.18
Nitrógeno total K (mg/l)	3.98	6.17	6.72
Fósforo total (mg/l)	2	1.9	3
Relación N/P	3.64	4.31	3.47
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	14	14	12
Grasas y Aceites (mg/l)	2.36	2.69	3.54
Sulfatos (mg/l)	33.5	18.6	25.4
Sustancias Activas al Azul de Metileno (mg/l)	0.214	0.371	0.355

Escenario de las descargas

En materia de descargas de aguas residuales, el río Apatlaco es un cuerpo receptor tipo "B" —con uso público urbano— en los municipios de Huitzilac, Cuernavaca y Temixco. Así, el río y algunos de sus afluentes deberían recibir el 62.5% de los promedios diarios de los parámetros sólidos suspendidos totales y demanda bioquímica de oxígeno y, en el caso de metales, el 50% que captarían si fuese tipo "A" (uso en riego agrícola).

En el caso que se presenta no hay esa posibilidad. No se muestrearon coliformes en general ni, desde luego, los fecales; éste parámetro sería un indicador del grado de contaminación fecal del cauce.

Sin embargo, Mijaylova y Montiel (2004) encuentran que a partir del año de 1975, y hasta 1999, los coliformes en general y los fecales aumentaron, además de que siempre han estado en el río Apatlaco por arriba de las normas de calidad del agua. Los parámetros nitrógeno amoniacal, nitritos, nitratos, color, turbiedad y SAAM —Sustancias

Activas al Azul de Metileno, asociadas con la presencia de detergentes y jabones— son los que contribuyen más a la contaminación, pues siempre se encontraron fuera de norma durante los años analizados.

La Red Nacional de Monitoreo de la Conagua en el estado de Morelos está compuesta por un sitio primario (criterios en Ongley y Barrios, 1997) y 13 secundarios. Además, se cuenta con tres de la red de referencia (acuíferos) primaria, según refiere el Programa Hidráulico 2002-2006, Región IV, Balsas, después de su modernización el año 2000. De 1974 a 1999 se obtuvieron 34 parámetros de calidad del agua superficial; actualmente se almacena información de veinticinco.

La Conagua informa en su página web que en la cuenca del río Apatlaco se muestrean las siguientes estaciones: Gachupina-Las Fuentes (00MO18FC0110001), Puente Blanco-E. Zapata (00MO18FD0080001), Apatlaco-Tlatenchi (00MO18FD0120003) y Apatlaco-Xochitepec (00MO18FD0280002); en ellas se recaban datos periódicamente. La información publicada se muestra como un índice de

Cuadro 9. Extracto de la información publicada por la Conagua sobre aptitud para diversos usos del agua en las estaciones de monitoreo de la subcuenca del río Apatlaco.

Calidad del agua de acuerdo al uso						
Cuerpo de agua	Fuente de abastecimiento	Recreación	Pesca y vida acuática	Industrial y agrícola	Color (con base en el ICA)	ICA 2000
Arroyo Amanalco	No apto	No apto	No apto	Apto	Rojo	47,1
Río Apatlaco (Tlatenchi)	No apto	No apto	No apto	Apto	Rojo	32,5
Barranca Puente Blanco	No apto	No apto	No apto	No apto	Negro	28,5

Fuente: Programa Hidráulico 2002-2006. Región IV, Balsas, p.36.



calidad del agua que califica tanto la calidad como las aptitudes para un uso determinado en una escala del 0 al 100. Recientemente (septiembre de 2007), estaba disponible la información de tres parámetros en un mapa regional: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) a cinco días, Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST).

Las bases de datos con las que cuenta el Sistema de Información Geográfica del Agua de la Conagua son: “Climatología e Hidrometría, periodo 1970-1994”, y “Calidad del Agua, periodo 1970-1996”. Los datos del estado de Morelos pueden obtenerse en <http://siga.cna.gob.mx/SIGA/regionales/Balsas/Siganet.htm>

La contaminación difusa es provocada por la presencia de contaminantes que la lluvia arrastra del suelo, así como por escurrimientos de actividades agrícolas, urbanas e industriales, por fugas de los sistemas de drenaje combinado, rellenos sanitarios, desechos peligrosos y sistemas sépticos, así como de desechos de actividades mineras y forestales, derrames y deposición atmosférica. Los principales contaminantes asociados a la contaminación difusa son los nutrientes, plaguicidas, compuestos orgánicos, sedimentos, metales, salinidad y patógenos. De acuerdo con Izurieta y Mijangos (2000), la fuente predominante de nutrientes en la cuenca del Apatlaco son las descargas puntuales de agua residual, que contribuyen con el 58% al



El río Apatlaco, a su paso por Temixco, mostrando su contaminación por basura.
Foto: Adalberto Ríos Lanz.

Dos mil descargas de agua residual

En la cuenca se han detectado más de dos mil descargas de aguas residuales sin tratamiento. Las más significativas son: Par Vial, Satélite y Antonio Barona, en Cuernavaca; Francisco Sosa y Tlatenchi, en Jojutla; Puente Blanco, en Jiutepec; las aguas residuales de Temixco, y el panteón, en Zacatepec de Hidalgo. En la cuenca se estima actualmente un caudal de aguas residuales que oscila entre 1 494 y 1 992 litros por segundo.



Descarga sobre el río Apatlaco, a su paso por el municipio de Xochitepec.
Foto: Adalberto Ríos Lanz.

aporte de nitrógeno a la cuenca, y con el 75 % al aporte de fósforo. La agricultura (de riego y de temporal) contribuye con el 15 % del total del aporte de nitrógeno y con el 20 % del total del aporte de fósforo. Los sistemas sépticos contribuyen con una aportación significativa de nitrógeno, es decir, con el 20%, cantidad superior al aporte de la agricultura. Las aguas subterráneas aportan el 5% del nitrógeno presente en la cuenca. Resulta importante considerar las altas concentraciones de nitratos que se midieron en algunos manantiales, para los cuales se requiere precisar el origen y migración de dichos nutrientes. Las fuentes puntuales son preponderantes en los tramos urbanos del río, aunque las fuen-

tes difusas de contaminación deben considerarse en los programas de control.

Contrarrestar o disminuir las descargas residuales representa uno de los principales retos en la región. La Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente del Estado de Morelos (CEAMA) ha detectado en la cuenca más de dos mil descargas de aguas residuales sin tratamiento. Las más significativas son: Par Vial, Satélite y Antonio Barona, en el municipio de Cuernavaca; Francisco Sosa y Tlatenchi, en Jojutla; Puente Blanco, en Jiutepec; las aguas residuales de Temixco, y el panteón, en Zacatepec de Hidalgo. En la cuenca se estima actualmente un caudal de aguas residuales que oscila entre 1 494 y 1 992 litros por segundo.



*Era un agua tan limpia que casi no existía
era un agua tan real que en sus orillas
verdes como lo tierno de la hoja
claras como los ojos transparentes de los dioses
me sumergí en silencio
ingrávido y feliz.*

Sergio Mondragón



VI. Saneamiento

De acuerdo con el *Diccionario de la Lengua Española* (vigésima segunda edición), “saneamiento” es, además de los lógicos acción y efecto de sanear, el conjunto de técnicas y elementos destinados a fomentar las condiciones higiénicas de una comunidad; de la misma manera que sanear es reparar o remediar algo.

Entonces, la recuperación de la cuenca implica tanto fomentar las condiciones higiénicas de la población como del sistema ambiental, y remediar los efectos de los abusos cometidos por la sociedad sobre el medio. Esto incluye una discusión entre los actores sociales para definir, decidir y orientar cómo se perciben, se valoran y se administran los ecosistemas, asunto importante si la sociedad desea el desarrollo de un proyecto a largo plazo. Es inevitable que la sociedad altere en alguna medida el ecosistema circundante, sin olvidar que existe la dependencia de los servicios ambientales que le proporciona; es pues, una doble responsabilidad mantener funcionales tanto a la sociedad como el ambiente.

Durante mucho tiempo, la sociedad ha seguido el sendero de la cotidianidad aumentando la demanda de servicios y el consumo de recursos, originando así excedentes no metabolizables por el entorno. Sus hábitos han degradado el sistema hasta el punto de añorar restaurarlo a su estado original, y es



Descarga de agua residual en Puente Blanco, en la zona metropolitana de Jiutepec.

Foto: Marco Sánchez Izquierdo

necesario reconocer que la intensidad y la frecuencia de los impactos representan un importante reto al intentar mitigar dicha degradación; es decir, que la sociedad debería adquirir conciencia de que el deterioro de los sistemas naturales tiene un límite, mismo que una vez rebasado es irreversible. Los científicos no son magos, ni los tecnólogos detienen trenes con la mano.

Los morelenses hemos decidido que al menos el 25% de nuestro territorio tenga algún grado de protección ecológica y confiamos en que esta conservación prevendrá una mayor degradación ambiental. Sin embargo, la conservación podría concebirse también como un método para incrementar los recursos naturales. Pero esto es engañoso, porque manteniendo la estructura y composición ac-

El río Apatlaco a su paso por Temixco.

Foto: Adalberto Ríos.



Planta de tratamiento de aguas residuales de ECCACIV, en Jiutepec. Vista general.
Foto: Jorge Luis Izurieta Dávila.

tuales de los ecosistemas puede acrecentarse su vulnerabilidad mientras se finge que los sitios son funcionalmente equivalentes a un estado original.

De acuerdo con los estudios preliminares para la elaboración del Plan Estratégico, para la recuperación de la cuenca del río Apatlaco, se encuentran las siguientes categorías:

Problemáticas de la cuenca

Problemática A

Disminución de la calidad y cantidad del agua en la cuenca

Más del 14% de las viviendas habitadas de Morelos carecen del servicio de agua; más del 16% de las viviendas ocupadas no disponen de drenaje, y el 3% de las viviendas carecen del servicio de energía eléctrica. Aunque actualmente la disponibilidad de los acuífe-

ros de Cuernavaca y Zacatepec de Hidalgo es suficiente para abastecer la demanda, se corre el riesgo de que se agote por el ritmo de crecimiento de la población. Existe contaminación de barrancas, los acuíferos y el ambiente por el vertido de aguas residuales crudas o sin el tratamiento adecuado, así como de basura. La contaminación del recurso por descargas de aguas residuales domésticas e industriales al cauce y a los mantos freáticos ha provocado que los índices de calidad del agua (ICA) tengan valores de entre 29 y 73, lo cual la clasifica como muy contaminada. La calidad del agua del río Apatlaco ha sido afectada además en diversas áreas agrícolas por el uso de plaguicidas e insecticidas.

Problemática B

Deterioro de los recursos bosque y suelo

Los programas para el control de plagas forestales son escasos e ineficaces. Tala y venta clandestinas de madera. Programas de refo-

Recuperar es mejorar

La recuperación de la cuenca implica tanto fomentar las condiciones higiénicas de la población como las del sistema ambiental, y remediar los efectos de los abusos cometidos por la sociedad sobre el medio ambiente. Esto incluye una discusión entre los actores sociales para definir, decidir y orientar cómo se perciben, se valoran y se administran los ecosistemas, asunto importante si la sociedad misma desea el desarrollo de un proyecto a largo plazo.

restación inapropiados al introducir especies de árboles no nativas. Pérdida de la calidad de las tierras por causa de la erosión, debida ésta a la deforestación e inadecuado manejo de los bosques. Incendios forestales y desplazamiento de la fauna.

Problemática C

Crecimiento urbano desordenado

Los suelos aptos para la agricultura son amenazados por el crecimiento urbano, ya sea informal o formal. Los altos costos de la tierra

y la especulación con ella han provocado la ocupación de tierras agrícolas de riego y aun parte de las áreas naturales protegidas. Además, la falta de cumplimiento de los planes de ordenamiento territorial y desarrollo urbano ha ocasionado dificultades para proporcionar a la población los servicios públicos fundamentales.

Problemática D

Rezagos sociales y económicos

Las tarifas y sistemas de cobro y pago no son apropiados ni eficientes para propiciar que los organismos operadores de agua potable mejoren sus servicios. Se requiere fomentar el pago por servicios ambientales y otros esquemas similares para conservar el medio ambiente. De igual modo, se requiere ordenar el turismo, revitalizar el ecoturismo en la región y fomentar el uso eficiente del agua en hoteles y balnearios, así como su reúso en la industria. Asimismo, se sugiere la introducción de sistemas de riego tecnificado para una alta productividad en las áreas de pro-



Planta de tratamiento de aguas residuales de ECCACIV, en Jiutepec.
Tanque de espesamiento de lodos. Foto: Jorge Luis Izurieta Dávila.



ducción agrícola; el desarrollo de sistemas agroforestales y de producción frutícola, y la producción de flores en áreas controladas.

Problemática E

Pobreza extrema e insalubridad

Es necesario llegar a ciertas comunidades rurales y periurbanas que por su tamaño y ubicación no se ven reflejadas en las estadísticas oficiales, para dotarlas de servicios básicos con objeto de abatir los problemas de desnutrición y ofrecerles opciones productivas.

Problemática F

Deficiencias en la cultura ambiental, capacitación productiva, comunicación y participación social

Ni en las poblaciones urbanas ni en las rurales existe una cultura de cuidado del medio ambiente. Esto provoca el uso ineficiente del agua y la contaminación de ríos y barrancas. Muestra, además, la necesidad de implementar programas de comunicación y participación ciudadana permanente, así como sistemas de vigilancia que obliguen a respetar la legislación ambiental vigente y a establecer un sistema de seguimiento y evaluación sustentado en una batería de indicadores ambientales.

Problemática G

Insuficiencias en el monitoreo y en la investigación ambiental

No existe información suficiente sobre las principales variables ambientales que per-

mita obtener el balance de la disponibilidad hídrica, agroforestal y del recurso suelo en la cuenca. Asimismo, es necesario hacer un diagnóstico específico para detectar los centros de población en donde se requiera desarrollar, adaptar, transferir y fomentar la adopción de tecnología, de acuerdo con la problemática y las condiciones socioeconómicas y culturales locales.

Un ejemplo concreto: los rastros

Los rastros o mataderos consumen gran cantidad de agua, compiten por ella con la población y aumentan la demanda por instalaciones hidráulicas. Por otra parte, la composición de las aguas residuales de un rastro depende de la especie que en él se procesa. En general, dicha agua contiene sangre, excremento, contenido rumial o estomacal, grasa, plumas y huesos.

Responsabilidad social viable: comencemos por recuperar más del 25%

Los morelenses hemos decidido que nuestro territorio tenga, al menos, el 25% de algún grado de protección ecológica. Confiamos en que esta conservación prevendrá una mayor degradación ambiental; sin embargo, la conservación podría concebirse también como un método para incrementar los recursos naturales. Así, manteniendo la estructura y composición actuales de los ecosistemas, puede acrecentarse su vulnerabilidad mientras se finge que se conservan como en su estado original.



Planta de tratamiento de aguas residuales de ECCACIV, en Jiutepec. Torre de depósito.

Foto: Jorge Luis Izurieta Dávila.

Cuando, como en el presente ejemplo, el agua residual contiene una cantidad alta de materia orgánica, es propicia para el desarrollo de microorganismos patógenos (microbios) normalmente presentes en dicha materia (*Salmonella spp.*, *Shigella spp.*). Contiene además, entre otros elementos, huevos de parásitos y quistes de amibas, así como residuos de plaguicidas (presentes ya en el alimento de los animales), cloro (usado en la limpieza de instalaciones), salmuera, etc., resultando ser un contaminante potencial del suelo y el agua en el que asimismo proliferan los malos olores por la descomposición de la materia orgánica.

Por su humedad y capacidad de descomposición rápida, esta clase de residuos desprenden gases que atraen, junto con los malos

olores comentados en el párrafo anterior, una fauna transmisora de enfermedades, arrastran contaminantes hacia los cuerpos de agua y deterioran las fuentes de abastecimiento del recurso para consumo humano, amenazando los ecosistemas acuáticos.

Un bovino o 2.5 cerdos procesados pueden contaminar lo mismo que 200 personas en un día. Las aguas residuales provenientes del proceso de matanza y tablajería de estos animales se vierten sin tratamiento previo al drenaje, barrancas o ríos. Para resolver el problema en el estado de Morelos, se acordó en el seno de la Comisión Intermunicipal de Conurbación de la zona sur (Zacatepec, Jojutla, Tlaltizapán, Tlaquiltenango y Puente de Ixtla) la construcción del rastro regional en el primero de ellos. (Signorini Porchietto *et al.*, 2006.)



*Sobre tus orillas,
alegres niños juegan
tus finas arenas
que lentamente bajan,
de las montañas.*

Gustavo Zapoteco



VII. Aspectos social y cultural

Desde mediados de la década de 1980, el acelerado crecimiento urbano en la cuenca del río Apatlaco se ha dado sin un plan urbano definido y sin un ordenamiento territorial efectivo. Lo anterior ha redundado en consecuencias de impacto ambiental, afectando no nada más los recursos forestales y el suelo de la cuenca, sino, particularmente, sus recursos hídricos.

La demanda de agua potable y las descargas de aguas residuales se han incrementado considerablemente debido a este crecimiento poblacional, sin que se hayan hecho inversiones suficientes para la construcción y mantenimiento de infraestructura, ni para la

organización sustentable de los sistemas de abastecimiento y saneamiento.

El ritmo acelerado con que el centro urbano más importante de la cuenca, Cuernavaca, creció en la década de 1950 a 1960, de aproximadamente el 64%, fue seguido por un decremento de 1960 a 1970, con un porcentaje de 53%. Pero en las siguientes tres décadas, de 1990 al año 2000, el incremento volvió a ser muy elevado: hasta del 83%. Otros municipios, como Jiutepec y Temixco, presentan un comportamiento de incremento poblacional en las décadas de 1950 a 1960 y de 1960 a 1970, pero en ambos hubo un decremento en la siguiente década.

Cuadro 10. Evolución de la población en los municipios pertenecientes a la cuenca del río Apatlaco.

Municipios	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2005
Cuernavaca	54 928	85 620	160 804	232 355	281 294	338 706	349 102
Emiliano Zapata	4 532	5 237	10 670	20 977	33 646	57 617	69 064
Huitzilac	3 668	4 238	6 010	8 388	10 573	15 184	14 815
Jiutepec	4 096	8 448	19 567	69 687	101 275	170 589	181 317
Jojutla	14 493	22 081	32 213	44 902	47 021	53 351	51 604
Puente de Ixtla	12 611	16 682	24 189	34 810	49 830	54 149	56 410
Temixco	5 081	8 817	19 053	45 147	67 736	92 850	98 560
Tlaltizapán	9 351	13 772	19 695	29 302	37 497	45 272	44 773
Xochitepec	5 632	8 368	11 425	16 413	27 828	45 643	53 368
Zacatepec	8 831	16 475	23 412	31 354	30 661	33 331	33 527
Total	123 223	189 738	327 038	533 335	687 361	906 692	952 540

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAPO e INEGI.

Lavaderos con descarga directa al río Apatlaco, a su paso por Cuernavaca.
Foto: Adalberto Ríos Lanz.



Para el caso de Jiutepec, este decremento fue de 15 puntos: entre 1960 y 1970 el porcentaje de crecimiento poblacional alcanzó el 43%, mientras que para la siguiente década sólo fue del 28%. Pero existe un incremento de población en todos los municipios de la cuenca. Por ejemplo en Jiutepec, en la década de 1990 al año 2000 dicho incremento alcanzó el 59%, y en Temixco el 72%. En términos reales, la evolución poblacional de la cuenca del Apatlaco se presenta en el Cuadro 10.

Como se vió en el capítulo referente al uso de suelo, uno de los factores importantes que contribuyó al crecimiento en la zona metropolitana de la ciudad de Cuernavaca fue el establecimiento de Civac, en 1963.

Como parte de una estrategia de creación de polos de desarrollo, los gobiernos federal y estatal concibieron una zona industrial para

la generación de empleos. Se trataba de atraer mano de obra de los municipios limítrofes: Cuernavaca, Jiutepec y Tepoztlán, pero la afluencia fue tal que hubo migraciones importantes desde el estado de Guerrero, y el crecimiento poblacional de la zona fue rápido e intenso. Surgieron nuevas colonias y asentamientos irregulares, que demandaron nuevos servicios públicos.

Con ello se aceleró también el proceso de conurbación de los municipios de Cuernavaca, Jiutepec, Temixco y Emiliano Zapata, lo que comenzó a ocasionar, debido a este crecimiento no esperado y a la falta de planeación en aspectos ambientales (sobre todo los desechos industriales generados por la Civac) un acelerado proceso de contaminación de varias barrancas y ríos.

Como consecuencia de este crecimiento demográfico se ha dado una expansión territorial de zonas habitacionales, incluso en áreas

Cuadro 11. Viviendas y situación del agua potable.

Municipio	Con agua potable	Sin agua potable
Cuernavaca	82 369	3 595
Emiliano Zapata	15 641	1 037
Huitzilac	2 167	1 087
Jiutepec	40 663	1 836
Jojutla	12 014	806
Puente de Ixtla	10 936	1 617
Temixco	21 427	1 657
Tlaltzapán	9 973	995
Xochitepec	10 575	1 184
Zacatepec de Hidalgo	8 377	173

Fuente: Elaboración del IMTA, con datos de INEGI, Censo 2005.

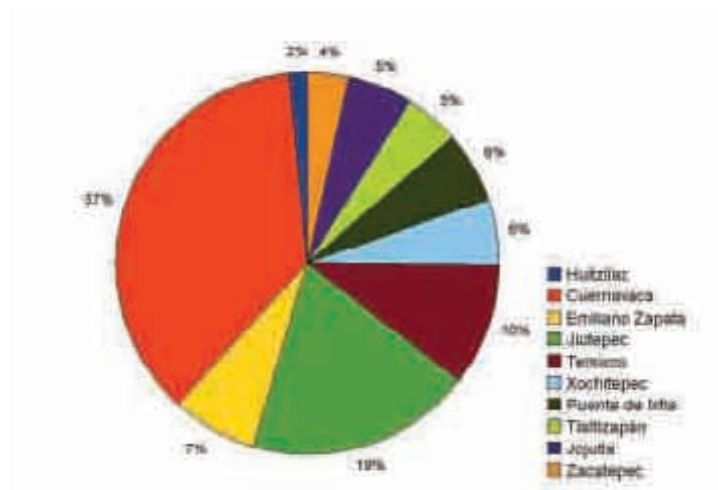
con fuerte declive, como son las barrancas; se han dado también la deforestación de las partes altas, ello a causa del cambio de uso del suelo; la conformación de corredores urbanos que unen física o laboralmente ciudades y poblados; el incremento tanto de pozos para abastecimiento de agua potable como de la contaminación del suelo y del propio recurso hídrico, especialmente por la falta de infraestructura de saneamiento. Todo esto ha convertido el agua limpia en un recurso escaso y cada día más demandado.

Autoridades y percepción acerca de problemas por el agua potable

En 2006 se aplicó una encuesta a funcionarios y representantes de comités locales, organismos operadores o funcionarios municipales, estatales y del gobierno federal involucrados con el agua en una región de la cuenca del río Balsas. De ellas entresacamos las opinio-

Cuadro 12. Viviendas y drenaje

Municipio	Con drenaje	Sin drenaje
Cuernavaca	85 201	718
Emiliano Zapata	15 936	689
Huitzilac	2 724	517
Jiutepec	41 830	627
Jojutla	12 442	321
Puente de Ixtla	11 635	883
Temixco	22 077	983
Tlaltizapán	10 400	544
Xochitepec	10 994	690
Zacatepec de Hidalgo	8 435	130





nes de los correspondientes a los municipios de la subcuenca del río Apatlaco.

En esta muestra reducida tenemos a 45 encuestados, de los cuales 21 viven en Cuernavaca. Del resto hay tres por cada uno de los municipios de Zapata, Huitzilac, Jiutepec, Jojutla, Temixco, Xochitepec, y Zacatepec. Cabe señalar que entre éstos hay una gran variedad de ubicaciones y niveles de responsabilidad con respecto al agua.

El 31% de los miembros de este grupo se caracterizó por identificar la escasez de agua como principal problema de la región, y el 29% la contaminación del recurso. El 16% se refirió a problemas de operación y conservación de la infraestructura, y el resto a una variedad de problemas de menor importancia.

El 17% dijo que los principales problemas de la cuenca se relacionaban con la falta de infraestructura o con su mal funcionamiento, y el 16% a problemas administrativos y de planeación. El 73% coincidió en que no se emprenden las acciones necesarias o apropiadas para resolver estos problemas.

En otro orden de preguntas, los encuestados ubicaron el nivel municipal como el más adecuado para resolver los problemas apremiantes relacionados con el agua potable, aunque el 56% considera que la población no es tomada suficientemente en cuenta para solucionarlos. El 66% consideró que la cuota de agua potable es insuficiente para mantener la infraestructura, pero el 61% dijo que el precio del agua no es justo.

Las mujeres, clave para el reordenamiento

Según datos del INEGI, el 6.09% de las viviendas de la cuenca no cuentan con agua potable. La cobertura respectiva es del orden del 86.2%, tomando en cuenta que la más alta es la del municipio de Temixco (90%) y la más baja la de Huitzilac (62 por ciento).

En la mayoría de los casos son las mujeres las que se encargan de la gestión del agua.



Alcantarillado sin tratamiento en Jojutla.
Foto: Adalberto Ríos Lanz.

Índices de Desarrollo

El índice de desarrollo humano mide capacidades básicas en una sociedad, con parámetros como el gozo de una vida saludable, así como tener los recursos necesarios para disfrutar de un nivel de vida digno, libertad política, económica, social y cultural, disponibilidad de oportunidades y derechos humanos, entre otras características. Respecto de la cuenca del Apatlaco, los índices de desarrollo humano se muestran en el siguiente cuadro.

En general, la cuenca del río Apatlaco tiene un promedio considerado como “Medio Alto”, con cuatro focos de población que reflejan un “Alto índice de

desarrollo humano”: Jiutepec, Jojutla, Cuernavaca y Zacatepec de Hidalgo. Estos dos últimos municipios están dentro de los cien primeros que en México aparecen en la mencionada clasificación.

En consecuencia, los índices de marginación de los municipios de la cuenca son más bien bajos; en otras palabras, hay poca población marginada en la cuenca. Pero, en contraste, los lugares que presentan los picos hacia una mayor marginación son Cuernavaca, Jiutepec y Zacatepec de Hidalgo, centros urbanos que han atraído población de otros municipios y en los que la falta de planeación urbana ha hecho que surjan asentamientos irregulares.

Cuadro 13. Índices de Desarrollo Humano en la cuenca del río Apatlaco.

Municipio	Índice de desarrollo humano	Grado de desarrollo humano	Lugar nacional
Cuernavaca	0.844	Alto	34
Emiliano Zapata	0.777	Medio alto	366
Huitzilac	0.778	Medio alto	354
Jiutepec	0.811	Alto	149
Jojutla	0.82	Alto	107
Puente de Ixtla	0.761	Medio alto	556
Temixco	0.764	Medio alto	512
Tlaltizapán	0.749	Medio alto	669
Xochitepec	0.747	Medio alto	702
Zacatepec	0.838	Alto	52

Fuente: Elaboración del IMTA con datos de Conapo e Índice de Desarrollo Humano.



En la cuenca del río Apatlaco existe identidad indígena en varios municipios. Aunque los hablantes de las lenguas correspondientes representan un porcentaje bajo de la población total, se mantienen las costumbres de identidad, trabajo comunal y organización social.

Puente de Ixtla es el municipio que tiene la mayor concentración de población indígena de la cuenca. Una de sus comunidades, Xoxocotla, guarda una importante identidad

Descripción de Puente de Ixtla: Ignacio de Orellana, 1826.

"Dista de México este pueblo 28 leguas, cuyo clima es caliente y dominado algunas veces por vientos del sur. Y sus lluvias cuales son necesarias al cultivo de sus sembrados, que también se fertilizan por tres ríos de abundantes aguas dulces. Y para beber, los habitantes de la municipalidad tienen dos fuentes de muy buenas aguas".

Ignacio de Orellana, 1826 (ed. 1995).

Cuadro 14. Índices de Marginación en la cuenca del río Apatlaco.


Municipio	Índice de marginación	Grado de Marginación	Lugar nacional
Cuernavaca	-1.85 043	Muy bajo	2 404
Emiliano Zapata	-1.14 637	Bajo	2 107
Huitzilac	-0.94 671	Bajo	1 979
Jiutepec	-1.65 376	Muy bajo	2 342
Jojutla	-1.15 472	Bajo	2 114
Puente de Ixtla	-0.74 851	Bajo	1 818
Temixco	-1.1 405	Bajo	2 102
Tlaltizapán	-0.79 274	Bajo	1 855
Xochitepec	-0.82 543	Bajo	1 878
Zacatepec	-1.52 794	Muy bajo	2 299

Fuente: Elaboración del IMTA con datos de Conapo e Índice de Marginación.

Cuadro 15. Población indígena de los municipios de la cuenca del río Apatlaco.

Municipio	Pobl. Total	Pobl. Indígena Total	Porcentaje	Náhuatl	Mixteca	Otomí	Zapoteca	Tlapaneco
Cuernavaca	338 706	9 623	2,8	2 139	352			
Zapata	57 617	1 514	2,6	311	37			
Huitzilac	15 184	00720	4,7	2 143		14		
Jiutepec	170 589	4 549	2,7	595			33	
Jojutla	53 351	1 401	2,6	69	8			
P. de Ixtla	54 149	8 453	15,6	2 289	22			
Temixco	92 850	5 346	5,8	2 850	152			
Tlaltizapán	45 272	1 205	2,7	132				354
Zacatepec	33 331	00519	1,6	89			21	
Xochitepec	45 643	1 771	3,9	424				103

Fuente: Serrano Carreto, Enrique, et al., *Indicadores socioeconómicos de los pueblos indígenas de México*, 2002, INI-PNUD-Conapo, México, 2002. (Extracto.)



indígena, aunque sólo dos quintas partes (38%) de sus pobladores hablan náhuatl (Martínez Lacy, 2002).

En varias ocasiones, la población de Xoxocotla se ha movilizado para la defensa de sus aguas, particularmente las del manantial Chihuahuita, concesión otorgada en la década de 1930 por el entonces presidente Lázaro Cárdenas, luego de que el mandatario visitó la comunidad y probó el agua del río Apatlaco, que era allí salada (*Ídem*). Esta comunidad cuenta con un comité local de agua potable.

Por su parte, en Huitzilac la población considerada como indígena representa sólo el 1.6% del total municipal; pero en este municipio los usos y costumbres son importantes en el manejo de los recursos naturales, no sólo para la conservación del suelo y del bosque, sino para regular el uso del agua. En la práctica, en este municipio el líquido vital es un bien común, y existe una Asamblea de Bienes Comunales.

Por un lado, el municipio de Huitzilac tiene su fuente principal en el arroyo llamado Las Trancas, que se origina en los límites entre el Estado de México y Morelos, en la parte correspondiente a la Reserva Protegida del volcán Chichinautzin. Este sistema de Las Trancas atraviesa el parque nacional Lagunas de Zempoala, mediante una tubería que en un extremo recoge el agua proveniente de los escurrimientos de la parte alta de la cuenca.

Agricultura y grupos campesinos

En 2006 se aplicó una encuesta a un grupo de agricultores del Módulo de las Fuentes, del Distrito de Riego 016, específicamente de las localidades de Acapatzingo, Atlacholoaya, Emiliano Zapata, Parres, Tejalpa, Tezoyuca y Xochitepec, del municipio de este mismo nombre y de los de Cuernavaca, Jiutepec y Emiliano Zapata.

La edad promedio de los agricultores era de 62 años, dentro de un rango que iba de los 37 a los 83. De ellos, el 87% resultaron ser ejidatarios y el resto propietarios privados. Casi la totalidad (94%) son jefes de familia de quienes, en promedio, dependen económicamente 4.65 personas.

Para dicha encuesta se seleccionó a aquellos pobladores que todavía se dedican a la agricultura, pero el 30% recibe ingresos por estar ya pensionados; el 14% recibe otros ingresos por dedicarse al comercio; el 6% dijo dedicarse también a la ganadería; el 3% trabajan además como jornaleros; el 1.5% recibe remesas de algún familiar radicado en el extranjero, y el 13% tiene otras clases de actividades económicas. Sólo el 3% no tiene otro ingreso. El 83% de los entrevistados consideró la agricultura como su actividad principal.

El promedio del tamaño de las parcelas es de 2.8 ha. El 23.3% de la tierra está dada en ren-



ta. El 30.5% de los entrevistados dijo estar disminuyendo su superficie de producción, y el 63.8% afirmó que un problema determinante para ello es la construcción de casas cerca de sus cultivos, entre los cuales el más importante es la caña de azúcar, seguido del arroz y el maíz. El 39% dijo que estaría dispuesto a vender sus tierras, y el 26% dijo tener problemas con otros usuarios del agua.

Los entrevistados mencionaron que afrontan muchos problemas para producir, principalmente con el agua, y sólo el 1.5% dijo no tener dificultades. Con respecto a la producción, se destacan los insumos caros para el 16% de los encuestados, y en segundo lugar (14.5%) aparece la calidad del agua como problema para la producción. Otros problemas para el efecto son principalmente la falta de créditos y la existencia de plagas.

A la pregunta expresa sobre sus problemas con el agua, el 65% dijo que se debían a la calidad, y sólo el 10% dijo que a la cantidad.

Conflictividad por el agua

Hablamos de conflictividad del agua cuando existen dos entes sociales que entran en contradicción o en diferencias y, en medio de esta discusión, se encuentra el recurso hídrico. Se mencionan en seguida algunos casos de conflictividad por el agua en la cuenca:


El agua y los bosques

...Los bosques están deteriorados en toda su extensión de la palabra, no solamente en Morelos, en toda la República. Cuando podemos sembrar aunque sea bellotas, para tener una cubierta de vegetación en los cerros, porque ocurre que cuando los bosques están deteriorados, están erosionados gravemente, el agua en vez de impregnarse para aumentar los mantos freáticos, corre sobre la superficie arrastrando lo que a su paso encuentra, destruyendo la delgada capa de los bosques a las partes bajas y destruyendo hasta los sembradíos. Ese es como resultante de que, al no haber la cubierta vegetal, el agua corre y, ¿cuál es el resultante de ello?, que ya no se impregnan en los mantos freáticos, y como consecuencia de ello no hay agua. En todos los pueblos lo que más se dice: agua, agua, agua, agua, y luego viene del cielo y no la sabemos retener, no se puede retener en el asfalto, ¿verdad?, sino en los bosques. Hay que proteger los bosques, hay que sembrar.

Don Delfino Gómez Pacheco, cronista del municipio de Huitzilac, entrevista realizada en 2006.

Caso Huitzilac

Como la fuente de abastecimiento de agua de este municipio se encuentra en territorio limítrofe entre el Estado de México y More-



los, es decir, en las Lagunas de Zempoala, existen conflictos por el recurso y su propiedad: habitantes del Estado de México impiden algunas veces que el agua llegue a la cabecera municipal de Huitzilac. Por ello, los habitantes de esta población buscaron otras alternativas de abastecimiento del líquido en un lugar cercano a Las Trancas, denominado Atexcapa. Aún no se consigue una concesión de agua de ese lugar.

Caso Jiutepec

Entre Jiutepec y los pequeños sistemas de agua que abastecen a fraccionamientos ubicados desde la Civac y el distrito de Tejalpa hasta Cuernavaca, hay conflictos entre los agricultores y los usuarios urbanos de ciertas fuentes de agua, y tensiones por las opiniones sobre cómo distribuirla. Por ejemplo, el manantial de Las Fuentes tenía un uso agrícola, asignado al Distrito de Riego 016 y, por lo tanto, era administrado por una organización campesina de riego. Actualmente el módulo ya no existe, porque la mayor parte de la superficie está urbanizada y existe una decisión pendiente sobre qué hacer con la concesión de agua y si se reparte el líquido de los manantiales entre cada ejido

Caso Puente de Ixtla

El caso más representativo es el de Xoxocotla: desde 1994, los habitantes asumie-

ron el manejo del agua potable, después de llevarse a cabo una movilización en varias partes del estado por la percepción de que el agua sería privatizada, creándose, si así ocurría, organismos que operarían el agua en concesión. Esto, por supuesto, se oponía al tipo de organización comunal de Xoxocotla, ya que existe un comité local del agua que trata de mantener el manejo comunitario del recurso.

La defensa del agua en su municipio los ha llevado a crear una organización llamada *Amo Xiknenpulo Atl*, que significa “No contaminemos el agua”, para manejar autónomamente el canal de riego que les corresponde por formar parte del Distrito de Riego 016. Han mantenido una cuota de riego y han operado su sistema bajo su propia perspectiva de manejo comunitario del agua.

Este año de 2007 ocurrió un fuerte conflicto en la misma zona, en torno al manantial Chihuahuita. En este caso, prevalece la visión de que el manantial va a ser afectado en su ya de por sí disminuido gasto de agua, por el proceso continuo de construcción de viviendas.

En algunos de estos conflictos socioambientales aparecen organizaciones sociales que hacen actividades de promoción y defensa del ambiente. Algunas de estas organizaciones son: el Frente de Defensa del Agua de Cuautla; los Guardianes de los Árboles; Ciudadanos por los Bosques y Agua de Morelos;



Ex Hacienda de Real del Puente, en el municipio de Xochitepec, bordeada por el río Apatlaco.
Foto: Adalberto Ríos Lanz.

Unión de Pueblos de Morelos; Frente de los Pueblos de Morelos por la Defensa de la Tierra, y Ejidotes Unidos de la Zona Oriente General Emiliano Zapata, entre otros.

En la cuenca del Apatlaco, la organización social en defensa del ambiente tiene fuerte presencia y mantiene una movilización im-

portante. Es éste uno de los aspectos sociales que dan un sello característico a Morelos.

No sólo el proceso de urbanización ha traído aparejada la contaminación, la demanda de servicios públicos y la mayor extracción de agua para cubrir las necesidades de los habitantes, sino que también el área agrí-



Acueducto y viveros en el municipio de Jojutla.
Foto: Adalberto Ríos Lanz.

cola se ha visto afectada, al reducirse su superficie para construir zonas habitacionales.

Las mayores exigencias del líquido para uso urbano e industrial significaron incrementos importantes en el gasto, disminuyendo el vo-

lumen total del agua disponible para la agricultura, que en Morelos ocupaba un lugar importante en el ámbito nacional dado que era una producción agrícola de humedad, principalmente de hortalizas; pero también de flor, caña y arroz, tanto para el mercado local como para la ciudad de México.



*Atl, atl nechmacaliana nenemites,
Atl, tlin sintejhua xochihueli nemis,
Atl, tlin sintejhua nica sac ni xitla,
Atl, atl nechmacaliana nenemitis**

*Agua, agua dorada// agua dorada que sin ti no se
vive//agua que sin ti//
No es nada// agua, agua dorada de vida.*

Gustavo Zapoteco



VIII. Perspectivas

La elaboración del Plan Estratégico para la Recuperación de la Cuenca del río Apatlaco, fue asignada por la Dirección General del IMTA a la Coordinación de Hidráulica de este mismo Instituto. El plan incluye la identificación de los problemas prioritarios de la cuenca, así como las causas que los producen y los efectos o evidencias que los caracterizan y califican su magnitud. A partir de dicha información, para cada uno de los problemas prioritarios, se establece una serie de estrategias, acciones y objetivos; los cuales a su vez dan origen a una serie de proyectos

específicos. Los cuatro rubros en que el Cuadro 15 se divide representan, como puede apreciarse, tanto los trabajos para la detección de la respectiva problemática, ya efectuados a la fecha de publicación del presente libro, como los objetivos relacionados con ella, las metas generales y las acciones que se propone deberán desarrollarse en adelante para cumplir con el compromiso adquirido al respecto por el Gobierno Federal, a la vez que por el Gobierno Estatal y los Gobiernos Municipales de Morelos, así como por diversas instancias de la sociedad civil.

Cuadro 15. Acciones generales para mitigar la problemática principal de la subcuenca del río Apatlaco.

Problemas principales	Objetivos estratégicos	Metas generales	Acciones generales
Disminución de la calidad y cantidad del agua en la cuenca.	Saneamiento integral de la cuenca.	Tratar el 90% de las descargas de aguas residuales domésticas y el 100% de las industriales.	Complementar la infraestructura para el tratamiento de aguas residuales, y rehabilitar y operar la existente en los ámbitos urbano, rural, industrial y turístico, entre otros. Incrementar la cobertura de drenaje, priorizando la complementación de la infraestructura existente y, en especial, la asociada con las plantas de tratamiento sub-operadas o en proceso de construcción. Promover el uso de alternativas de bajo costo de operación y mínima dependencia tecnológica, para tratar las aguas residuales. Reducir las descargas de aguas residuales de las zonas agrícolas.
		Eliminar la contaminación por desechos y residuos sólidos.	Construir rellenos sanitarios. Promover buenas prácticas de separación, disposición y reciclamiento de la basura. Limpiar las barrancas y controlar los tiraderos clandestinos e irregulares.

Galería filtrante de
El Túnel en Cuernavaca.
Foto: Adalberto Ríos Lanz.



Problemas principales	Objetivos estratégicos	Metas generales	Acciones generales
	Establecimiento de un equilibrio entre la disponibilidad del recurso y su aprovechamiento productivo.	Evitar la sobreexplotación de fuentes de abastecimiento de agua, y volver eficientes su uso y aprovechamiento.	Respetar las concesiones. Incrementar la eficiencia en el uso y manejo del recurso agua en los servicios y sectores productivos. Proyectar y ejecutar obras hidro-ambientales de infraestructura. Incrementar las coberturas de agua potable. Establecer un programa para el control integral de pérdidas y mejora de la eficiencia en las redes de agua potable. Promover el reúso del agua residual tratada en la agricultura, jardines, campos de golf, lavado de autos, etcétera. Promover el reúso y reciclamiento del agua en la industria.
Deterioro de los recursos bosque y suelo.	Reforestación para detener el proceso erosivo de la cuenca.	Detener el proceso erosivo de las cuencas.	Estabilizar cárcavas y laderas. Introducir cercos vivos.
		Reforestar e introducir sistemas agroforestales y frutícolas rentables.	Restaurar cuencas en el aspecto agroforestal. Promover la producción frutícola en las cuencas.
		Detener la sobreexplotación y extracción de recursos naturales.	Ordenar el aprovechamiento de los recursos naturales, en particular de las prácticas extractivas. Crear sistemas de prevención y control de incendios.
Crecimiento urbano desordenado.	Control y armonización del desarrollo urbano en un marco de sustentabilidad.	Ordenar el desarrollo urbano, ecológico y territorial.	Desarrollar, formalizar, establecer y respetar los programas para los ordenamientos urbanos municipal y regional.
Rezagos sociales y económicos.	Fomento del desarrollo económico y mejora del nivel de vida y la calidad de los servicios y productos asociados con el agua, el bosque y el suelo.	Lograr la autosuficiencia de los organismos operadores.	Establecer tarifas y sistemas apropiados y eficientes de cobro y pago en los organismos operadores. A.D.2. Fortalecer técnica, económica e institucionalmente los organismos operadores.
		Fomentar el desarrollo en equilibrio con la conservación del medio ambiente.	Estimular el pago de servicios ambientales o la aceptación de esquemas similares.

Problemas principales	Objetivos estratégicos	Metas generales	Acciones generales
Rezagos sociales y económicos.	Impulso al desarrollo socio-económico sustentable, en sectores prioritarios como el agrícola, el forestal, el industrial y el turístico.	Ordenar el turismo y revitalizar el ecoturismo en la región.	Desarrollar áreas para ecoturismo. Motivar el uso eficiente y el reúso del agua en balnearios y hoteles.
		Mejorar e incrementar la producción hidroagrícola y forestal.	Introducir sistemas de riego tecnificado y de alta productividad. Desarrollar sistemas agroforestales y de producción frutícola. Producir flores en áreas controladas.
		Promover y fomentar la introducción de industrias limpias.	Mejorar los procesos productivos en los ingenios.
		Aprovechar y promover programas y fuentes de financiamiento.	Promover el uso de mecanismos financieros (nacionales e internacionales) para soportar el desarrollo y sustentabilidad ambiental de las cuencas. Aprovechar los programas federalizados, estatales y municipales ya existentes. Fomentar la creación de programas especiales.
Pobreza extrema e insalubridad.	Dotación de agua y saneamiento a comunidades rurales y periurbanas marginadas.	Alcanzar coberturas de agua y saneamiento en el medio rural, superiores al 80 y 60% respectivamente.	Provocar el desarrollo, transferencia y adopción de paquetes tecnológicos en materia de agua (captación de agua de lluvia, aprovechamientos subsuperficiales, bombeo, almacenamiento, potabilización, uso y aprovechamiento, tratamiento de aguas residuales, etcétera).
		Reducir el impacto de las enfermedades hídricas a los estándares de los países desarrollados.	Promover e impulsar sistemas y programas apropiados para la potabilización, saneamiento y disposición de los desechos sólidos en zonas marginadas y en condiciones de pobreza extrema. Crear programas de mejoramiento y saneamiento de escuelas y áreas comunes en zonas marginadas.
	Abatimiento de los problemas de desnutrición e incremento de opciones productivas en el medio rural.	Introducir sistemas de producción agrícola para el autoconsumo y la micro-comercialización.	Crear sistemas de riego en huertos familiares. Crear sistemas de riego bajo invernadero y otros sistemas de riego tecnificado.



Problemas principales	Objetivos estratégicos	Metas generales	Acciones generales
Deficiencias en cultura ambiental; capacitación productiva; comunicación, y participación social.	Estímulo a la participación y al compromiso social.	Contar con un programa permanente de comunicación y participación ciudadana.	Promover la participación social de los habitantes. Dar mayor énfasis a la concientización y comunicación. Recuperar la armonía entre la cuenca y sus habitantes. Promover y fomentar la participación de la población civil organizada.
		Respetar la legislación ambiental.	Aplicar las leyes y normas oficiales mexicanas.
		Contar con un sistema de seguimiento y rendición de cuentas.	Desarrollar un sistema de seguimiento y evaluación sustentado en una batería de indicadores ambientales.
Insuficiencias en el monitoreo e investigación ambiental.	Mejora de la calidad y la cantidad de información hidroambiental.	Hacer un balance de la disponibilidad hídrica, agroforestal y del recurso suelo.	Desarrollar y establecer una red de monitoreo hidro-ambiental eficiente y confiable. Hacer un balance de las aguas superficiales y subterráneas. Establecer un balance entre el potencial forestal de la cuenca y su estado actual. Estudiar la pérdida de suelo que han sufrido la cuenca y su recuperación potencial
	Modernización y adopción tecnológica acorde con la problemática ambiental.	Desarrollar, adaptar, transferir y fomentar la adopción de tecnología acorde con la problemática y condiciones socioeconómicas y culturales prevalecientes en la cuenca.	Introducir tecnología para el tratamiento de aguas residuales de bajo costo de operación y mantenimiento. Introducir tecnología para el reúso de aguas residuales tratadas. Introducir tecnología para mejorar e incrementar la producción agrícola. Introducir tecnología en materia de agua para zonas marginadas. Introducir tecnología para apoyar los sectores productivos prioritarios como la industria y el turismo.

Fuente: IMTA, Coordinación de Hidráulica.



Conclusión

Hemos recorrido, a través de las páginas anteriores, y en términos generales, la situación actual de la cuenca del Río Apatlaco. Al mismo tiempo, hemos revisado los esfuerzos que han venido haciendo para superarla tanto las autoridades federales, como las estatales y las municipales, a la vez que diversos grupos de la propia sociedad que habita la cuenca en estudio, agrupados o no éstos en organismos oficiales o semioficiales. En conclusión, los editores del presente libro reafirmamos nuestro convencimiento, por demás ya expresado al comienzo del texto, de que la responsabilidad de esta tarea es ineludiblemente conjunta: la ausencia de cualquiera de estos sectores en los trabajos a desarrollar en el futuro para el

logro del fin propuesto, no haría sino poner en grave riesgo el propósito mismo para el que nuevamente todos hemos sido convocados. Pocas veces queda tan claro como en este caso el carácter de obligatorio que para la recuperación de la cuenca del río Apatlaco recae por igual en el gobierno y en la sociedad. El primero, dotando de los estudios y los recursos materiales necesarios para la realización de la meta común. La segunda, cumpliendo con su obligación de respetar la naturaleza o de regenerarla en caso de contraria necesidad, así como de cubrir las cuotas o colaboraciones derivadas de los servicios que se le otorgan. Hacemos votos por el entendimiento conjunto de esa responsabilidad.



Bibliografías y referencias electrónicas



Bibliografía directa:

- Aguilar Benítez, Salvador, *Ecología del estado de Morelos, un enfoque geográfico*, Praxis, México, 1998.
- Aguilar Zepeda, José Ángel, *Marco de referencia de la subcuenca del río Apatlaco*, Subcoordinación de Aprovechamiento de Aguas Residuales, IMTA, Jiutepec, Morelos, 1990.
- Batllo Guerrero Alicia, *Evaluación ecológica y social de las barrancas de Cuernavaca, Morelos*, CNA, INE, CRIM.
- Comisión Nacional del Agua, "Clasificación del río Apatlaco", Documento de estudio para determinar capacidad y características del uso y calidad en las descargas de aguas residuales que se vierten a la corriente superficial a fin de preservar este recurso hídrico, 1996.
- , "Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Cuernavaca, Mor.", Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas, Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica, 2002.
- , "Determinación de la disponibilidad de agua en el Acuífero Zacatepec, Mor.", Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas, Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica, 2002.
- Comunidad Europea. Directiva Marco de Aguas de la Unión Europea (DMA) - D2000/60/CE, 2007. <http://europa.eu.int/eur-lex/lex/>
- Conapo, *Índices de Desarrollo Humano*, México, 2000.
- , *Índices de marginación*, México, 2000.
- Contreras-MacBeath, T., *Notropis boucardi* (Günter, 1868). *Monografías de la Biodiversidad Mesoamericana*. Red Mesoamericana de Recursos Bióticos. s/f
- Escalante, P., A. G. Navarro y A. T. Peterson. *A geographical, ecological and historical analysis of land bird diversity in Mexico*. pp 281-307. 1993.
- Flores, V., O. y P. Geréz. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. Universidad Nacional Autónoma de México. México. D. F. 1994.
- Gómez Balandra, María Antonieta; Jorge Izurieta Dávila; Marco Antonio Mijangos Carro; Héctor Guzmán Gutiérrez y Marco Antonio Guadarrama Suárez, "Impacto ambiental de los escurrimientos agrícolas en la calidad del agua del río Apatlaco, en *Congreso Internacional de Transferencias de Sistemas de Riego/Operación y Conservación*, IMTA, Jiutepec, Morelos, abril de 2000.
- Gómez Balandra, María Antonieta; J. A. Rodríguez Gómez; Pilar Saldaña Fabela; P. Mejía Ornelas R.; y Lara Guiérrez G., *La interdiscipliniedad y transversalidad como mecanismos de fortalecimiento de la revisión y autorización de estudios de impacto ambiental en el estado de Morelos*, IMTA, CEAMA, Jiutepec, Morelos, s/f.

- Günther, A. An account of the fishes of the states of Central America, based on collections made by Capt. J.M. Dow, F. Godman, Esq., and O. Salvin Esq. *Trans. Zool. London*, vol. 6, núm. 14, 1868, pp. 377-499
- House, Margaret A., "Public perception and water quality management", *Water Science and Technology*, vol. XXXIV, núm. 12, 1996, pp. 25-32.
- IMTA, Informe del Proyecto TC-9915. Evaluación de la contaminación difusa en una zona agrícola-urbana (río Apatlaco, Mor.), Documento interno, 1999.
- IMTA, Coordinación de Hidráulica, *Informe preliminar Plan Estratégico Apatlaco*, HC0735.4, 2007.
- INEGI, *Conteo de población*, México, 2005.
- Izurieta Dávila, Jorge; María Antonieta Gómez Balandra; B. E. Evans y Marco Antonio Mijangos Carro, "Evaluación de la contaminación difusa en la cuenca del río Apatlaco", XI Congreso Nacional de Irrigación, Simposio sobre manejo integral de cuencas, Guanajuato, sep. 2001, IMTA, Jiutepec, Morelos, 2001.
- Martínez Lacy, Pablo, *Pueblos indígenas de Morelos: resistencia y cambio*, UAEM-Universidad La Salle, México, 2002.
- Mijaylova Nacheva Petia, *Tratamiento del agua de una fuente superficial contaminada para uso potable*, IMTA, Jiutepec, Morelos, s/f.
- Montiel Flores, Demetrio, *Caracterización de la calidad del agua del río Apatlaco para consumo humano*, Comisión Nacional del Agua, Villahermosa, Tabasco, s/f.
- Norma ecológica que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. NOM-001-ECOL-1996, México, 1996.
- Ochoa, A. L., Rodríguez V. M. y Delgado B. A., *Análisis de la información del estudio de actualización de dotaciones en el país*, IMTA, Coordinación de Tecnología Hidráulica Urbano Industrial, Jiutepec, Morelos, 1993.
- Olvera Salgado, María Dolores, jefa de proyecto, colaboradores: Alfredo Gómez Garzón; Alfonso Aguayo Mavridis; Pedro Rivera Ruiz; Antonio Castillo González; Rocío Gontes Ballesteros; Werner Wruck Spillecke; Agustín Reyes López; Raúl Medina Mendoza y Germán Palma Moreno. Coordinador de Tecnología Hidrológica: Luis Felipe Sánchez, *Evaluación del impacto de diferentes técnicas de manejo de suelo en una cuenca*, IMTA, Jiutepec, Morelos, s/f.
- Ongley, E.D., y Eugenio Barrios Ordoñez, "Redesign and modernization of the Mexican water quality monitoring network", *Water International*, Vol. 22, No. 3, 187-194, 1997.
- Orellana, Ignacio, *Descripción geográfica y estadística del distrito de Cuernavaca, 1826*, CIESAS, México, 1995.
- Parra Tabla, Hugo Francisco, Lydia Meade Ocaranza y Vicente Ortega Lara, "Manejo de riesgos hidroclimáticos en Morelos", *Memoria del Taller Regional Iberoamericano preparatorio al IV Foro Mundial del Agua, La Innovación científica y tecnológica para enfrentar los retos en materia de agua en México, Manejo de riesgos, Antecedentes*, Conagua, Gerencia Regional Balsas, México, 2005.
- Periódico Oficial Tierra y Libertad*, Versión Abreviada del Programa de Desarrollo

- Ilo Urbano de Centro de Población del Municipio de Cuernavaca, Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas, 6ª época, No. 4106, Cuernavaca, 7 de marzo de 2001.
- , *Versión Abreviada del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Emiliano Zapata*, Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas, 6ª época, No. 4284, Cuernavaca, 22 de octubre de 2003.
- Real Academia Española, *Diccionario de la Lengua Española*, Vigésima segunda edición, Espasa-Calpe, S. A., Madrid, 2001.
- Rivas Hernández, Armando y Arturo González Herrera, *Saneamiento y recurso del agua residual en la cuenca del río Apatlaco*, Coordinación de Tecnología Hidráulica Urbano Industrial, Subcoordinación de Aprovechamiento de Aguas Residuales, IMTA, Jiutepec, Morelos, 1990.
- Ruiz, A. J., y G. Mantilla, I. R. Hansen, *Criterios para la elaboración del programa de saneamiento del río Apatlaco, Morelos*, IMTA, Jiutepec, Morelos, 2004.
- Saldaña, Fabela Pilar, Jesús García Cabrera y Victoria Navarrete López, *Impacto de las descargas antropogénicas en el río Apatlaco, Morelos*, IMTA, Comisión Nacional del Agua, Jiutepec, Morelos, s/f.
- Sánchez Izquierdo, Marco Antonio, productor, "La cuenca del río Apatlaco", video educativo, Coordinación de Tecnología de Comunicación, Participación e Información, Subcoordinación de Comunicación IMTA, Jiutepec, Morelos, 2004.
- Secretaría de Gobernación, "Los municipios de Morelos", Colección *Los municipios de México*, 1988.
- Serrano Carreto, Enrique, et al., *Indicadores socioeconómicos de los pueblos indígenas de México*, 2002, INI-PNUD-Conapo, México, 2002.
- Sparza, Olivia; González Martínez, Alfonso, *¡Luchamos por agua limpia para la agricultura!*, Semarnat-Cecadesu-PNUD, México, 1997.
- Vaillant, S. y Vaillant G., *Excavations at Guapulita. Anthropological papers of the American Museum of Natural History*, Volume XXXV, Part I, 135p. s/l, 1934.
- Vargas, Sergio, Denise Soares, Nohora Beatriz Guzmán (editores), *La gestión del agua en la cuenca del río Amacuzac: diagnóstico, reflexiones y desafíos*, IMTA-UAEM, México, 2006.
- Von Mentz, Brígida, *Manantiales, ríos, pueblos y haciendas*, IMTA-CIESAS, México, 1998.
- Bibliografía indirecta:**
- Aguilar Benitez, Salvador, *Ecología del estado de Morelos, un enfoque geográfico*, Editorial Praxis, 1998, citado por Alicia Batllori Guerrero, *Evaluación ecológica y social de las barrancas de Cuernavaca, Morelos*, CRIM, México, s/f.
- Aguilar B., S., "Manejo de la cuenca del río Apatlaco", citado por Chao B. A., *Perspectivas para el desarrollo social de la microcuenca del río Apatlaco*, Unidad Central de Estudios para el Desarrollo Social, Cuernavaca, UAEM, 1999.
- APHA, AWWA, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 19a edición, s/l, 1995.
- Athié, L. M., *Calidad y cantidad del agua en México*, Universo Veintiuno, Colección Medio Ambiente, No. 3, 1987.
- Cabo de la Puente, Catalán, *Bacteriología y potabilidad del agua*, s/l, 1972.

- CEAMA, *Diagnóstico integral, catastro de las descargas residuales y plan de saneamiento en la cuenca del río Apatlaco*, Subsecretaría Ejecutiva del Agua y Saneamiento, Dirección General de Planeación, Estudios y Proyectos, Subdirección de Planeación y Consolidación, Gobierno del Estado de Morelos, Documento de difusión restringida, Cuernavaca, 2001.
- , *Estudio integral, Proyecto ejecutivo de colectores y saneamiento de la cabecera municipal y zona conurbada de Jiutepec, Morelos*, Subsecretaría Ejecutiva del Agua y Saneamiento, Dirección General de Planeación, Estudios y Proyectos, Subdirección de Estudios y Proyectos, Gobierno del Estado de Morelos, Documento de difusión restringida, Cuernavaca, 2002.
- Clean Water Act*, 1972, enmendada en 1987 para considerar fuentes no puntuales, s/f, s/l.
- Conagua, *Características de los distritos de riego, año agrícola 1990*, Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola, Gerencia de Distritos de Riego, 1990.
- , "Clasificación del río Apatlaco", Documento interno de la Gerencia Regional Balsas, 2003.
- Conabio, 1998. *La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998*, México, 1998.
- , y UAEM, *La Diversidad Biológica en Morelos: Estudio del Estado*, Contreras-MacBeath, T., J.C. Boyás y F. Jaramillo (editores), México, 2004.
- Enríquez, Z. S., Vázquez L. A. y Ochoa A. L., *Control de fugas en sistemas de distribución, Manual de diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*, CNA, México, 1993.
- García E., *Modificación al sistema de clasificación climática de Köeppen*, Instituto de Geografía, UNAM, México, 1988.
- Goodchild, M. F., Parks B. O., Steyaert L. T., *Environmental Modeling with GIS*, Oxford University Press, Oxford, 1993.
- Grove, J. M., *The relationship between patterns and processes of social stratification and vegetation of an urban-rural watershed*. Yale University, New Haven, 1996
- IAWO, "Water Science and Technology", *Diffuse Pollution*, vol 28, No. 3-5, s/l, 1993.
- IMTA, Informe del Proyecto TC-2024. Caracterización de las aportaciones por contaminación difusa durante las épocas de lluvia y estiaje en la cuenca y tres subcuencas del río Apatlaco, Morelos, Documento interno, 2000.
- INEGI, *Anuario Estadístico del Estado de Morelos*, México, 1998.
- , *Estadísticas del Medio Ambiente*, México, 1999.
- Jiménez, B.E., *Filtración del agua*, Series del Instituto de Ingeniería, UNAM, México, 1995.
- , *La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada*, Limusa-Grupo Noriega Editores, México, 2001.
- Kenmmer, F.N. y J. McCallion, *Manual del agua*, tomo I, McGraw-Hill, s/l, 1989.
- Köppen, W., y R. Geiger, *Handbuch der Klimatologie*, 5 Bde. Gebrüder Bornträger, Berlín, 1936.
- Managing Nonpoint Source Pollution, EPA (506/9-90), Office of Water, s/l, 1992.
- Martínez, M., *Desinfección de efluentes secundarios mediante la ionización de plata*

- y cobre para su reutilización en sistemas de enfriamiento, tesis de maestría, DEPFI-UNAM, México, 2003.
- Monroy, R. y H. Colín, "Perspectiva ecológica integral del estado de Morelos", citado por Tapia, U. M. (editor), *Primeras jornadas de investigación en el estado de Morelos*, UNAM, CRIM, Cuernavaca, Morelos, México, 1991, pp. 45-52.
- Nizeyimana E., Evans B., Anderson M., Petersen G., De Walle D., Sharpe W., Hamlett J. y B. Swistock, "Quantification of NPS Pollution Loads Within Pennsylvania Watersheds", Final Report prepared for Pennsylvania Department of Environmental Protection, Bureau of Water Quality Protection, ER9708, 1997.
- OPS, "Informe anual del director", s/l, 1978.
- -CEPIS, "Evaluation of lower cost methods of water treatment in Latin American", s/l, 1977.
- -OMS, "Taller internacional para la difusión de la Guías de la oms sobre calidad del agua", *Memorias*, s/l, 1995.
- Reynolds, T., *Unit Operations and Processes en Environmental Engineering*. PWS-KENT, Wadsworth, Boston, 1982.
- Riskoc, K., *Latin American before the International Water Decade*, s/l, 1980.
- Rzedowski, J., *La vegetación de México*, Editorial Limusa. México, 1978.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, *Clasificación de la Cuenca del Río Amacuzac, Ríos Apatlaco, Yautepec y Cautla*, Dirección General de Protección y Ordenación Ecológica, Subdirección de Normas y Vigilancia, Departamento de Clasificación de Cuerpos Receptores, Caracterización de la calidad del agua del río Apatlaco, México, 1980.
- Sureda, Jaume y Antoni J. Colom, *Pedagogía Ambiental*, CEAC, Barcelona, 1989.
- UNESCO, "Carta de Belgrado. Un marco general para la educación ambiental", *Contacto*, año 1, núm. 1, s/l, s/f.
- , "Conferencia intergubernamental sobre educación ambiental", *Informe final*, Tbilisi, URSS, Informe ED/MD, No. 49, París, 1978.
- Wegelin, M., G. Galvis y J. Latorre, *La filtración gruesa en el tratamiento de agua de fuentes superficiales*, s/l, 1997.

Bibliografía complementaria:

- Emiliano Zapata, Estado de Morelos, Cuaderno estadístico municipal*, INEGI-Gobierno del estado de Morelos, H. Ayuntamiento Constitucional de Emiliano Zapata, Aguascalientes, 1998.
- Jiutepec, Estado de Morelos: Cuaderno estadístico municipal*, INEGI-Gobierno del Estado de Morelos, H. Ayuntamiento Constitucional de Jiutepec, Aguascalientes, 1998.

Tesis:

- González Ramírez, José Manuel, *Aspectos hidrológicos de la presa Emiliano Zapata, Morelos*, México, 1997.
- Olmos Andrade, Luis Alberto, *Estudios de la calidad del agua del Arroyo Puente Blanco, Municipio de Emiliano Zapata, Morelos*, México, 2006.
- Ramírez Rodríguez, Elsa, *Avifauna de parques y panteones de la ciudad de Cuernavaca, Morelos*, tesis, Cuernavaca, 1995.
- Torres Morales, Juan Cenobio, *Evaluación del impacto de los metales pesados del*

agua residual provenientes de la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CI-VAC) en el recurso suelo en cultivos en el municipio de Jiutepec, s/l, 1992.

Referencias electrónicas:

Batllori Guerrero Alicia, *Evaluación ecológica y social de las barrancas de Cuernavaca, Morelos*, CNA, INE, CRIM.

<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/gacetitas/276/barrancas.html>

CEAMA: http://ceamamorelos.gob.mx/secciones/ambiente/a_nat_protegidas/barranca-de-chapultepec.htm.

Conagua, *Inventario Nacional de Plantas de Tratamiento*, versión electrónica disponible en <http://www.cna.gob.mx>, 2003.

—, *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*, versión electrónica disponible en <http://www.cna.gob.mx>, 2004.

—, Sobre la calidad del agua subterránea del acuífero de Cuernavaca: http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/DR_1701.pdf

—, Sobre la calidad del agua subterránea la del acuífero de Zacatepec: http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/DR_1703.pdf

—, Sobre la Red Nacional de Monitoreo: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/sitio-monitoreos.pdf>

Conabio, Derechos reservados sobre la imagen del teporingo o zacatuche, foto de Óscar Moctezuma. http://www.conabio.gob.mx/institucion/derechos_autor/imagenes/teporingo.jpg

—, Derechos Reservados sobre el pájaro bandera o *Trogon elegans*, dibujado por

Marco Pineda. ca@xolo.conabio.gob.mx.

Dávila Aranda, Patricia, *Boletín UNAM-DGCS-621*, Ciudad Universitaria, http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bulboletin/2006_621.html.

Gobierno del Estado de Morelos, *Agenda estadística 2002-2003*, Secretaría de Finanzas y Planeación, versión electrónica disponible en: <http://www.e-morelos.gob.mx/e-gobierno/DirSH/AgendaEstadisticaIndex.htm>, 2003

H. Congreso de Cuernavaca, Derechos reservados sobre la imagen del cangrejito serrano o *Pseudohelopus dugesi*, <http://hypatia.morelos.gob.mx/no20006.htm>

<http://www.crim.unam.mx>

<http://siga.cna.gob.mx/SIGA/regionales/Balsas/Siganet.htm>

Inafed, *Sistema Nacional de Información Municipal*, Consulta en línea en: <http://www.snim.gob.mx/wb2/>. Versión descargable en: http://www.inafed.gob.mx/wb2/INAFED/INAF.Descarga_del_SNIM, 2004.

Izurieta D., J. y M. Mijangos C., "Evaluación de la contaminación difusa en la cuenca del río Apatlaco, Mor., mediante la aplicación de la interface Arcview-GWLF", *I Congreso. Sociedad de Especialistas Latinoamericanos en Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial*, disponible en: <http://selper.uabc.mx/Publicacion/Cong11/extensos21.doc>, 2000.

Monografía de la Biodiversidad Mesoamericana, <http://www.redmeso.net>

Navarro, S. A. y H. Benítez D. Patrones de riqueza y endemismo de las aves. *Revista Ciencias (México)*, vol. 7, 1993, pp. 45-54.

Plan Estatal de Desarrollo de Morelos. 2001-2006, Secretaría de Hacienda, Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de Morelos, México, disponible en línea en: <http://www.Morelos.gob.mx/e-noticias/planestatal>.

PROCIVAC (Asociación de Propietarios de CIVAC), <http://www.procivac.com/Procivac.htm> y <http://www.procivac.com/ECCACIV.htm>, 2004.

Rueda Hurtado Rocío y Alfonso Valenzuela Aguilera, *Los límites de la prospección urbana dentro de la planeación: la expansión de la zona conurbada de Cuernavaca, México 1982-2007*, Mapping, No. 119, 2007, 44-51 <http://dialnet.unirioja.es/servlet/oaiart?codigo=2322042>

Secretaría de Gobernación, "Los municipios de Morelos", *Enciclopedia de los Municipios de México*, México, 1988, <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/morelos/index.html> y www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/402/conclus.html.

Signorini Porchietto, Marcelo, Sandra Civit Gual, Mauricio Bonilla Padilla, María Elena Cervantes Ramírez, Miguel Calderón Vázquez, Alberto Pérez Montecillo, María

del Pilar Espejel Maya, Carlos Almanza Rodríguez, 2006, *Evaluación de riesgos de los rastros y mataderos municipales*, http://www.salud.gob.mx/unidades/cofepris/pyp/alim/LIBRO_RASTROS_MEXI.pdf
Universidad Autónoma del Estado de Morelos, *Caracterización y análisis de ocupación del territorio*, CEAMA, http://www.ceamamorelos.gob.mx/secciones/ambiente/files_extras/CaracterizacionyAnalisisdeOcupaciondelTerritorio.pdf
www.fishbase.org/identification/specialists.c..., imagen de la carpita de Cuernavaca o *Notropis boucardi* (o *hypselopterus*).

Otros:

Elaboración del mapa de erosión hídrica potencial de la cuenca del río Apatlaco, mediante el empleo del Sistema de Información Geográfica, SIS Cuencas/Rd-9904, IMTA, Coordinación de Tecnología de Riego y Drenaje, Subcoordinación de Conservación de Cuencas, Jiutepec, Morelos, 1999.

Pineda, Mario, dibujo del pájaro bandera o *Trogon elegans*.



Créditos:

Consejo Editorial:

Rosa Elba Lévaro Pano, Sergio Arturo Díaz Lara,
Javier Aranda Baltazar, Hugo Francisco Parra Tabla,
Jorge Martínez Ruiz, Marco Antonio Sánchez Izquierdo.

Supervisor Editorial:

Andrés González Pagés

Editor Técnico:

Alejandro Jesús Ruiz López

Diseño Gráfico:

Gema Alín Martínez Ocampo
Óscar Alonso Barrón

Redactores:

Jorge Martínez Ruiz, Alfredo Castro Mondragón, Alejandro
J. Ruiz López, Ivette Renée Hansen Rodríguez, Andrés
González Pagés, Daniel Murillo Licea, Sergio Vargas
Velázquez, Martha Patricia Navarro Suástegui.

Agradecimientos:

Un libro siempre es necesariamente una obra colectiva. Agradecemos a todas las personas y organizaciones que contribuyeron para la realización de este libro.

El libro *La cuenca del río Apatlaco. Recuperemos el patrimonio ambiental de los morelenses*, se terminó de imprimir en el mes de abril de 2008, en los talleres de Sentido y Significado, S.A. de C.V. El tiraje consta de mil ejemplares.

www.conagua.gob.mx

