

## Capítulo 6 Sistemas de alcantarillado y barrancas en el municipio de Cuernavaca: su relación como problema de investigación

### *6.1 Argumentos para establecer a esta relación como problemática*

Se ha tratado en el cuarto capítulo de este documento de investigación a las barrancas existentes en el municipio cuernavacense, y se han conceptualizado como elementos de valor urbano y ambiental. En el quinto capítulo se ha caracterizado de manera general a los sistemas de alcantarillado con los que cuenta este municipio y se ha destacado su operación inadecuada y cobertura deficiente. Bajo el marco de un urbanismo transdisciplinario, es posible establecer la relación entre ambos elementos —barrancas y sistemas de alcantarillado— como *problemática*.

Los cauces y barrancas de Cuernavaca han sido paulatinamente contaminados y destruidos debido a que el crecimiento indiscriminado de la mancha urbana en los últimos años, su oferta de habitar y el suministro de servicios básicos como lo es el alcantarillado ha sido desequilibrado por un lado, y por otro, los sistemas de alcantarillado —como se adelantó en el capítulo anterior— no ha cumplido su función de manera integral: captar, desalojar, conducir, tratar y verter o reutilizar las aguas residuales generadas por viviendas, comercios e industrias en donde hay la cobertura.

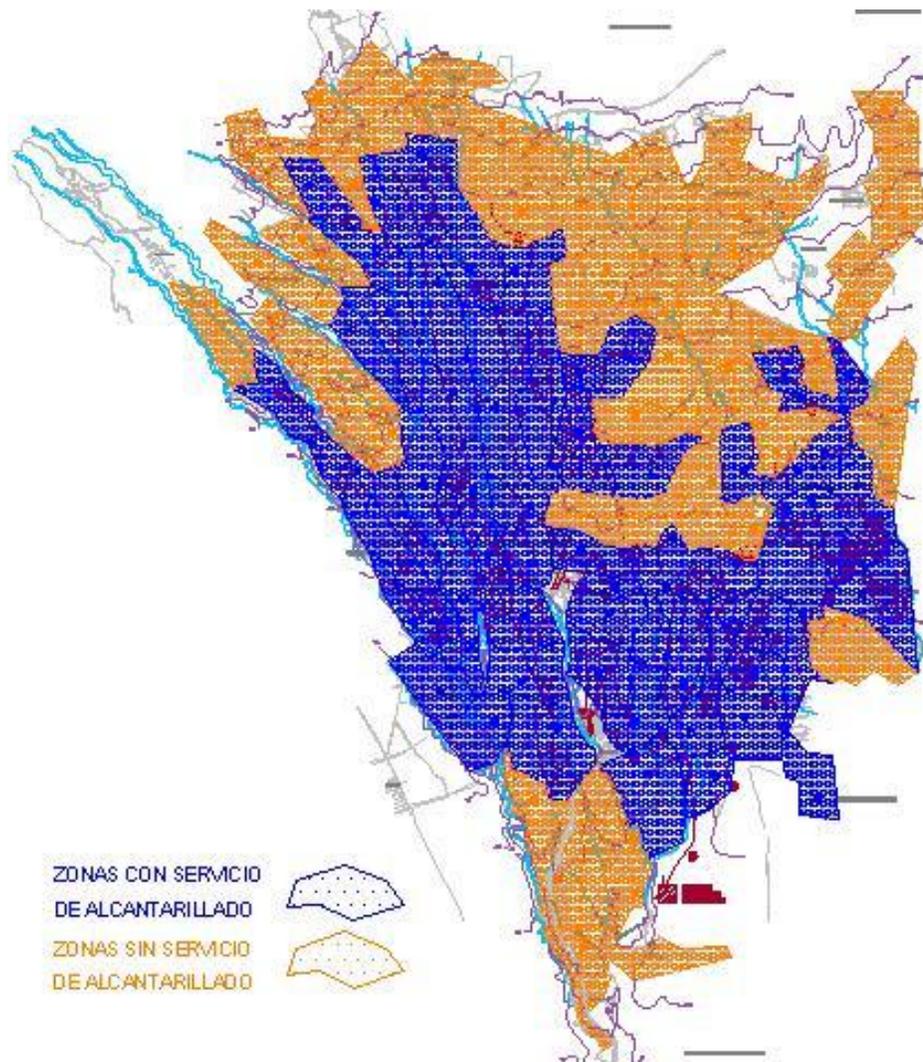
El INEGI<sup>1</sup> informa que en el municipio, alrededor del 60% de las viviendas cuenta con la cobertura de alcantarillado, que menos del 10% descarga mediante tubo a grietas o barrancas y que las viviendas carentes de drenaje se han reducido del 3% a menos del 1% en los últimos lustros, y que las viviendas restantes cuentan con fosas sépticas. Esta información debe ser interpretada con sumo cuidado debido a que la descarga al alcantarillado y a barrancas no son eventos mutuamente excluyentes, pues como se describió en el capítulo quinto, debido a la fragmentación del alcantarillado en muchas zonas de la ciudad, estos sistemas conducen y descargan las aguas colectadas a las barrancas. La ausencia de alcantarillado en muchos sectores de la ciudad de Cuernavaca

---

<sup>1</sup> Véase Tabla 5.3 en el Capítulo 5 e INEGI (2007) en las referencias

establece —de manera indirecta— la otra faceta de esta relación problemática, pues propicia a las descargas de manera directa de los predios a las barrancas, degradando su valor urbano y ambiental a la simple utilización como cloacas al aire libre.

En la figura 6.1 se presenta una imagen con las zonas que ABACCSA (2001) determina como áreas con el servicio donde se encuentran atarjeas y colectores del alcantarillado, y las zonas sin cobertura, donde se descargan sus aguas residuales a fosas sépticas —por lo general en pésimas condiciones de construcción y operación— o directamente a las barrancas.



*Figura 6.1 Zonas con y sin servicio de alcantarillado en Cuernavaca*

En zonas específicas del área sombreada en azul, a pesar de contar con la cobertura y como se ha mostrado en el capítulo anterior, la aguas residuales generadas tienen como

destino final las barrancas; se ha estimado, con base en análisis propios que el 43% de la superficie con servicio cuenta con alcantarillas que descargan a barrancas, y el restante 57% cuenta con atarjeas y colectores que conducen el agua a tratamiento. En la zona sin infraestructura sanitaria, las viviendas establecidas en la proximidad de las barrancas, así como en sus laderas, descargan de manera directa, las aguas residuales crudas generadas como se muestra en la figura 6.2



*Figura 6.2 Descarga directa de aguas residuales de viviendas establecidas en ladera de la barranca Chiflón de los Caldos.*

El severo impacto negativo hacia los ecosistemas propios de las barrancas, el deterioro o anulación de los servicios ambientales que proporcionan, la contaminación del entorno natural de la ciudad de Cuernavaca, y la consecuente disminución de la calidad de la vida y salud de los habitantes son claras evidencias de una relación problemática que se ha alimentado de la falta de aplicación de diversos reglamentos y normas de índole municipal, estatal y federal relativos que serán tratados puntualmente en los subcapítulos siguientes, así como por la insuficiencia y deficiente operación de alcantarillado de la ciudad y la manera descontrolada en que la mancha urbana ha crecido, llegando a ocupar espacios —como lo son las laderas de las barrancas— no aptos para su urbanización.

## *6.2 La Comisión Nacional del agua (CNA) como actor a nivel federal de la problemática, sus posiciones y acciones.*

Los actores que se encuentran involucrados con esta relación problemática —entidades gubernamentales, autoridades, organismos operadores, entidades académicas y habitantes— han tenido diferentes enfoques, funciones y responsabilidades que deben ser objeto de análisis y reflexión en la búsqueda de un diagnóstico de esta relación compleja que permita el diseño de soluciones transdisciplinarias en torno a la problemática. Así mismo, deben ser analizados los reglamentos, normas y leyes que son aplicables por las autoridades correspondientes como complemento en este ejercicio urbanístico reflexivo.

### Comisión Nacional del Agua (CNA)

La CNA es una entidad paraestatal la cual:

*Es el Órgano Administrativo Desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con funciones de Derecho Público en materia de gestión de las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, con autonomía técnica, ejecutiva, administrativa, presupuestal y de gestión (LAN 2008).*

Los bienes públicos inherentes a las aguas nacionales se refiere de manera particular en este caso a las zonas federales la cual se define como:

*Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros [...] En los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. La magnitud de la cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad. (LAN 2008)*

Cabe aclarar que la delimitación del cauce y zona federal requiere de una serie de trabajos topográficos, hidrológicos e hidráulicos específicos. Con base en esta definición, es posible determinar qué porción de una barranca es zona federal, y por tanto, se encuentra bajo la jurisdicción de la CNA. Dentro de sus atribuciones, se encuentra entonces otorgar los *permisos de descarga* de aguas residuales y utilizar los cauces como *cuerpos receptores*. La la Ley de Aguas Nacionales define un permiso de descarga como:

*Título que otorga el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" o del Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para la descarga de aguas residuales a cuerpos receptores de propiedad nacional, a las personas físicas o morales de carácter público y privado (LAN 2008)*

En el municipio de Cuernavaca, para el año 2007, según información obtenida de la Comisión Nacional del Agua se tienen inventariados solamente 72 permisos de descargas de aguas residuales en su gran mayoría a los cauces de barrancas, y en casos particulares, a zonas verdes o pozos de absorción. Sus características se concentran en las tablas 6.1 y 6.2

Tabla 6.1 Numero de descargas a cuerpos receptores

Cuerpo Receptor	Numero de descargas
Arroyo Chapultepec	10
Arroyo Amatitlán	8
Barranca Leyva	5
Barranca Amanalco	4
Barranca Chiflón de los Caldos	3
Río Apatlaco	3
Barranca Rivetex	2
Barranca Tetela	2
Barranca del Tecolote	2
Barranca Río del Pollo	2
Barranca Atzingo	1
Barranca Atlacomulco	1
Barranca Cantarranas	1
Barranca Guayabos	1
Barranca del Diablo	1
Barranca del Rastro	1
Barranca Jiquilpan	1
Barranca Puente Blanco	1
Barranca San Pedro	1
Barranca Texcaltepec	1
Barranca Tlaltenango	1
Barranquilla Colotepec	1
Barranca o arroyo sin nombre	11
Pozo de absorción en suelo	5
Infiltración en áreas verdes	3
Total	72

Tabla 6.2 Numero de descargas por uso del agua residual

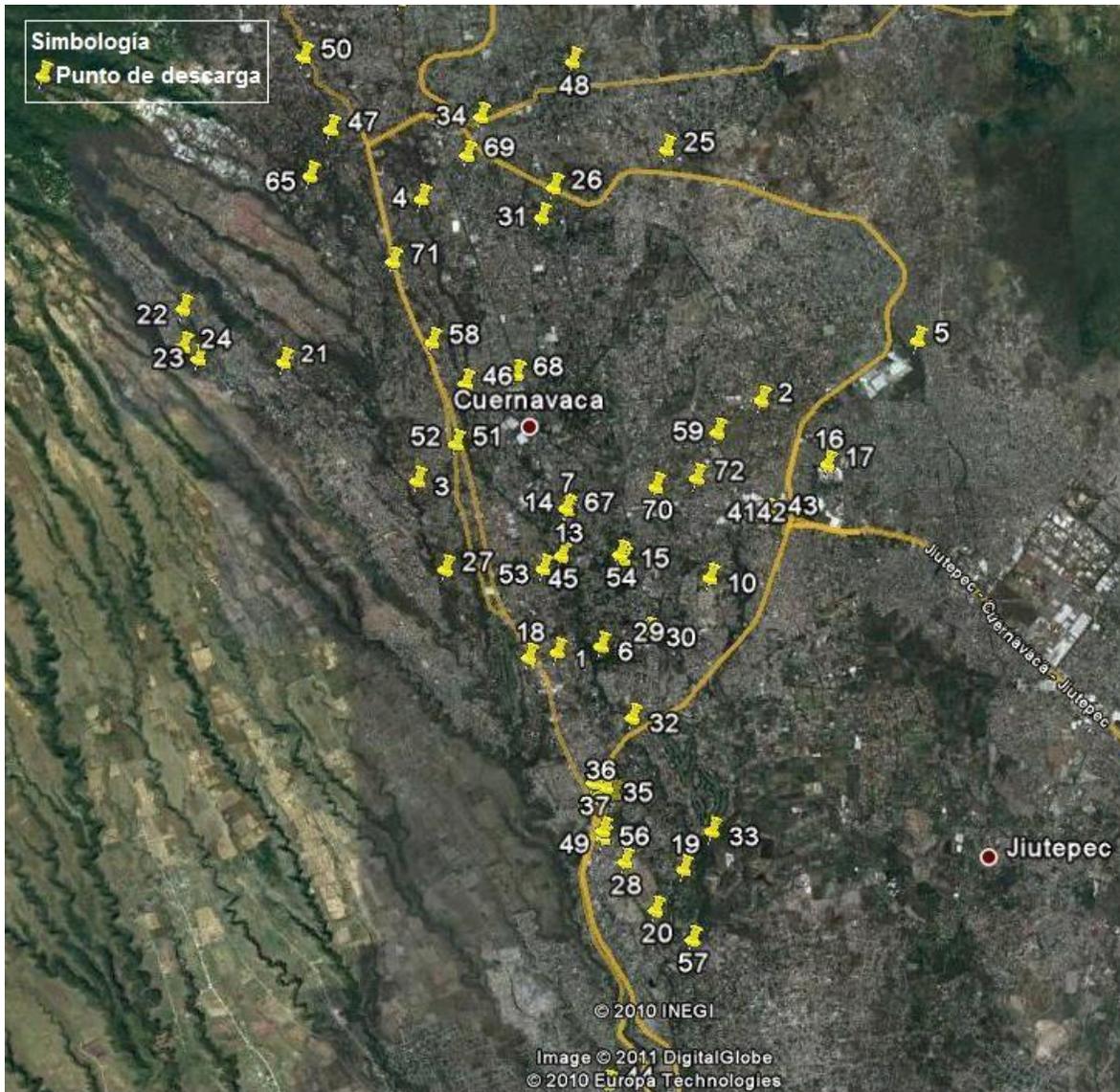
Tipo o uso del agua residual	Número de descargas
Domestico	3
Industrial	14
Público urbano	16
Servicios	39
Total	72

Para la obtención de un permiso de descarga de aguas residuales ante la Comisión, es necesario requisitar una serie de datos que en extracto, es la siguiente:

- Información del predio donde son generados los residuos líquidos como lo son dirección, superficie, colindancias y régimen de propiedad, entre otros.
- Características de la descarga, como su procedencia, frecuencia, tipo o uso, nombre del cuerpo receptor, croquis de ubicación, plazo solicitado del permiso y la existencia y tipo de tratamiento del agua residual.
- Calidad del agua residual, en los términos de los parámetros físicos y químicos explicados en el Capítulo 3 de este documento de investigación.
- Información de índole legal como la acreditación de la personalidad jurídica, el llenado de una solicitud, y comprobar el suministro del abastecimiento de agua potable al predio.

Es destacable que de los 72 permisos establecidos por CNA para descarga de aguas residuales solamente tres sean correspondientes a domicilios particulares (tipo domestico) y 15 a condominios y conjuntos residenciales (tipo público urbano) de las más de 5000 viviendas registradas con descarga directa a barrancas para 2005, lo que indica la clandestinidad e irregularidad en el que se encuentran este tipo de descargas en términos de cumplimiento ante la autoridad federal. La planta de tratamiento de Acapatzingo, operada por US Filter Cuernavaca, S.A de C.V, cuenta con su respectivo permiso de descarga con un volumen autorizado de 12,614,000 litros anuales, y se encuentra catalogada también como de tipo *público urbano*; esto indica que las viviendas con cobertura de los sistemas de alcantarillado por SAPAC con continuidad de transporte de agua residual a esta planta, se encuentren englobadas de forma administrativa con este permiso de descarga al río Apatlaco. Los permisos catalogados como de tipo *servicios*, agrupan hospitales del IMSS e ISSSTE y privados, algunos hoteles, restaurantes, comercios, gasolineras y un colegio.

En la figura 6.3 se ha plasmado la localización, acorde a latitud y longitud proporcionada por la CNA, de los 72 puntos de descarga autorizados en el municipio de Cuernavaca



*Figura 6.3 Puntos de descarga autorizados por la CNA en Cuernavaca*

*Fuente: Elaboración propia a partir de la herramienta Google Earth*

Dentro de los puntos de descarga autorizados a nivel federal, es destacable que SAPAC no cuenta con permiso alguno de descarga de las redes fragmentadas que operan y las cuales se han ejemplificado en el capítulo anterior, por lo que las descargas de estas redes, son ilegales, irregulares y transgresoras de la ley, y contaminantes del entorno. Situación que indudablemente necesita ser solucionada mediante el análisis, la propuesta de

soluciones, la elaboración de un plan global de saneamiento, un presupuesto a nivel municipal, estatal y federal destinado para su aplicación y finalmente una regularización dentro del marco jurídico-administrativo, es decir, que las descargas se encuentren bajo normas y autorizaciones correspondientes. En la actualidad y desde 2007, existe plan de saneamiento del río Apatlaco que será abordado más adelante.

### *6.3 La Secretaría de Desarrollo Urbano, Obras y Servicios Públicos Municipales y Medio Ambiente de Cuernavaca, como actor a nivel municipal de la problemática, sus posiciones y acciones.*

Esta entidad es la responsable de ejecutar las determinaciones del Ayuntamiento en materia de ordenamiento territorial y desarrollo urbano y ejecución de obras públicas, planeando y dirigiendo el buen funcionamiento y la eficiente prestación de los servicios públicos, respetando los lineamientos, normas y reglamentación aplicable. En el ámbito de la descarga de aguas residuales, saneamiento y barrancas se resaltan algunas de sus atribuciones (H. Ayuntamiento de Cuernavaca 2001)

- Ejecutar todos y cada uno de los programas federalizados (previo acuerdo del Ayuntamiento) que para tal efecto se llevan a cabo dentro del Municipio de Cuernavaca, en coordinación con la Federación, el Estado y los Municipio, así como con las instituciones del sector público y privado.
- La formulación, conducción y evaluación de la política ambiental municipal en congruencia con las disposiciones jurídicas federales y estatales sobre la materia.
- Establecer los lineamientos técnicos ambientales para el saneamiento de las barrancas, además de la realización de la limpieza cotidiana planificada de las mismas.

Este último punto es importante pues indica que las barrancas, también se encuentran dentro de la reglamentación municipal, en específico su saneamiento.

Para el ejercicio de sus funciones, a esta secretaría le corresponde la aplicación del *Reglamento de Construcción del Municipio de Cuernavaca*. (H. Ayuntamiento de Cuernavaca 2001).

El proceso que dicta dicho reglamento para la construcción de inmuebles en el municipio, de manera general y en lo relativo a la descarga de aguas residuales y también del aprovechamiento de aguas pluviales es el siguiente:

Previo a la solicitud de la *Licencia de Construcción*, el propietario, poseedor o arrendatario de un predio, deberá obtener el *Dictamen de Uso de Suelo* que emita la Secretaría, para los diversos usos a los que servirá la construcción; para obtener dicho Dictamen, es necesario que la Secretaría expida el documento denominado *Factibilidad del*

*uso del suelo* que determina la orientación sobre el uso del suelo permitido para los diferentes predios del municipio, normas y lineamientos a seguir, todo de acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Cuernavaca. Una vez que se determina procedente el proyecto propuesto, en el Dictamen de uso de suelo, se expide la *Licencia de construcción*, el cual, el artículo 56 define como:

*El documento expedido por la Secretaría en el que se autoriza a los propietarios o poseedores, según sea el caso, construir, ampliar, modificar, excavar, nivelar, cambiar de uso, reparar o demoler una edificación o instalación y se otorgará una vez efectuada la revisión y aprobación del Proyecto...*(H. Ayuntamiento de Cuernavaca 2001)

De entre los múltiples requisitos que marca el artículo 58 para la obtención de dicha Licencia, es destacable indicar que se exige, para una obra nueva:

*Tres tantos del proyecto de la obra en planos a escala debidamente acotados y especificados, con información suficiente para que el proyecto sea plenamente entendible, en los que se deberán incluir [...] plantas arquitectónicas que contengan la instalación sanitaria con el detalle de la fosa séptica bioenzimática o sistema de tratamiento, especificando el doble ramal sanitario para la conducción de aguas negras y grises, así como los datos de la instalación hidráulica [...], firmados por el propietario y el Director Responsable de Obra.* (H. Ayuntamiento de Cuernavaca 2001)

Mencionar este fragmento del artículo 58 resulta fundamental en la problemática que se abordamos, pues en la construcción de viviendas y edificaciones del municipio Cuernavacense, es responsabilidad directa esta Secretaría, la verificación y autorización de un sistema de tratamiento, para las aguas de desecho, a través de su Reglamento de Construcción. En este mismo, se establece en el artículo 145, que para todo predio destinado a cualquier uso que impacte la zona urbana como lo son viviendas, fraccionamientos, condominios, comercios e industrias:

*La Secretaría exigirá la realización de estudios de factibilidad de tratamiento y reuso de aguas residuales, sujetándose a lo dispuesto por el presente reglamento y demás disposiciones legales aplicables.*

*Sin excepción, las edificaciones deberán contar con doble sistema sanitario para el aprovechamiento y recirculación de las aguas tratadas, quedando prohibido el uso de pozos de absorción para aguas residuales.* (H. Ayuntamiento de Cuernavaca 2001)

Ambos artículos —expresados aquí en los fragmentos que nuestro tema ocupan— para efectos prácticos, es ley muerta en el municipio, debido a las condiciones en que se encuentran en la realidad las fosas sépticas y las descargas directas a cauces y barrancas descritas anteriormente. Respecto al doble ramal, se ha constatado de manera presencial, que solamente algunos habitantes —en general aglutinados en agrupaciones vecinales, Organizaciones No Gubernamentales ONG's y otros bajo una acción espontánea— lo han instalado para la reutilización de aguas grises en sus viviendas, muchas de las cuales se encuentran ubicadas cerca o en las laderas de alguna barranca.

Resulta indispensable otorgarle el valor jurídico que posee este reglamento y llevarla a cabo bajo mecanismos de acción cuidadosamente diseñados y aplicados transdisciplinariamente, donde la participación del ingeniero civil es fundamental, y cuya aplicación reduciría radicalmente el impacto que generan las aguas residuales no canalizadas al alcantarillado. Llevar a la práctica lo anterior, es uno de los pasos esenciales para contribuir a una relación no conflictiva entre alcantarillado y cauces y barrancas. Y es en esta fase de la revisión de este Reglamento donde también se encuentra una inconsistencia importante: el municipio, a través de esta Secretaría y el Reglamento, prohíben los pozos de absorción, mientras la CNA, en el ámbito federal, (véase nuevamente la tabla 6.1) tiene autorizados cinco puntos de descarga de aguas residuales mediante estos pozos.

Sobre las características primordiales que deben poseer las edificaciones y viviendas con observancia en el Reglamento bajo análisis, se indican las siguientes  
Para los albañales en las construcciones, el artículo 149 menciona:

*Las tuberías o albañales que conducen las aguas residuales de una edificación hacia afuera de los límites de su predio, deberán ser de 0.15 metros de diámetro como mínimo, contar con una pendiente mínima de 2% y cumplir con las normas de calidad que expida la Secretaría. Los albañales deberán estar provistos en su origen de un tubo ventilador de 0.05 metros de diámetro mínimo que se prolongara cuando menos 1.50 metros arriba del nivel de la azotea de la construcción [...](H. Ayuntamiento de Cuernavaca 2001)*

Asimismo, el artículo 150 ordena que:

*Los albañales deberán tener registros colocados a distancias no mayores de 5.00 metros entre cada uno y en cada cambio de dirección del albañal. Los registros deberán ser de 0.4 x 0.6 metros cuando menos, para profundidades de hasta 1.00 metro; de 0.50 x 0.60 metros cuando menos para profundidades mayores de 1.00 metros y menores a 2.00 metros y de*

*0.60 x 0.80 cuando menos para profundidades de más de 2.00 metros. Los registros deberán tener tapas con cierre hermético a prueba de roedores [...]*

*Los talleres [...] cuyos desechos puedan obstruir las redes, deberán contar en todos los casos con trampas de grasa en las tuberías de agua residual antes de conectarlas a colectores públicos [...]*(H. Ayuntamiento de Cuernavaca 2001)

En la práctica, estas características son de orden común y general en todo el país, pues con ellas se garantiza un correcto funcionamiento hidráulico de la línea de descarga de aguas residuales al exterior del predio, evitando taponamientos, obstrucciones y que permiten la acción de posibles trabajos de limpieza o reparación. Cabe destacar que en el caso de simple la reparación de albañales, tuberías de agua e instalaciones sanitarias que no afecten elementos estructurales no requieren de una Licencia de Construcción ni de un Director Responsable de Obra; esto queda indicado en el artículo 59.

En lo que respecta a las técnicas alternas de descarga de aguas residuales, este reglamento norma también a las fosas sépticas en su artículo 151, donde establece que:

*Todas las construcciones deberán contar cuando menos con un sistema primario de tratamiento de aguas negras en las zonas en donde no exista red de alcantarillado público, la Secretaría autorizará el uso de fosas sépticas de procesos bioenzimáticos de transformación rápida, el uso de campos de absorción de acuerdo a las características del terreno [...]*(H. Ayuntamiento de Cuernavaca 2001)

En el mismo artículo, se vuelve a hacer hincapié a los pozos de absorción: «Queda prohibida la descarga de aguas negras o contaminantes hacia las barrancas así como a pozos de absorción.». Esto indica, que la descarga a barrancas también es responsabilidad de la Secretaría de Obras Públicas de Cuernavaca.

Abundando respecto a las fosas sépticas:

*A las fosas sépticas se descargarán únicamente las aguas negras que provengan de excusados y mingitorios, para lo cual deberá existir doble línea de drenaje, una para aguas negras y otra para aguas jabonosas [...] La descarga de agua de fregaderos, regaderas, lavabos y lavaderos serán conducidos a campos de absorción. Deberán contar con trampa de grasas y filtro lento de arena. En el caso de zonas con suelos inadecuados para la absorción de aguas residuales, la Secretaría determinará el sistema de tratamiento a instalar. (H. Ayuntamiento de Cuernavaca 2001)*

En efecto, las aguas residuales proveniente de las excretas humanas, deben ser dirigidas a la fosa séptica, el problema de contaminación surge, como se ha mencionado, al momento del surgimiento de grietas por donde se filtran las aguas hacia el subsuelo, aunado que las fosas sépticas saturadas en muchos casos se clausuran en vez de ser desalojadas por algún sistema de extracción de líquido séptico. Los campos de absorción tienen el inconveniente de que es necesaria una porción de terreno destinada para ello que en muchos de los casos no se cuenta con él y también que el suelo sea el adecuado para la absorción. Cabe recordar que no es lo mismo un campo de absorción que un pozo de absorción<sup>2</sup>

El Reglamento indica la instalación de plantas de tratamiento para desarrollos de viviendas en la tónica del párrafo siguiente:

*Deberá instalarse una planta de tratamiento de aguas residuales en desarrollos de más de 10 viviendas con sistema de recirculación para su aprovechamiento. Se supervisará por personal de la Secretaría la construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales para otorgar el oficio de ocupación, [...] (H. Ayuntamiento de Cuernavaca 2001)*

La aplicación de lo anterior y su correspondiente seguimiento, ha sido insuficiente en el municipio. Se han constatado testimonios proporcionados por habitantes cuernavacenses, en labores mediante entrevistas en campo, que algunas de estas pequeñas plantas dejan de operar después de algún tiempo, sin que haya ni planes ni presupuesto para hacerlas funcionar. En zonas donde el crecimiento del número de viviendas y asentamientos humanos ha sido caótico y desorganizado, simplemente estas plantas o sistemas de tratamiento no existen.

El artículo 152 autoriza la construcción de sanitarios secos o letrinas sanitarias, como otra alternativa de desalojo de excretas humanas, acotando las características de las zonas permisibles a:

*[...] zonas rurales o en zonas urbanas donde no se tenga posibilidad de conducir los desechos, se tenga poco agua o sea un asentamiento con topografía con pendientes mayores de 20% y con suelos tipo III. (H. Ayuntamiento de Cuernavaca 2001)*

---

<sup>2</sup> Véase Capítulo 3

Para las zonas que si existe red pública de alcantarillado, el reglamento establece en su artículo 154 que:

*Las edificaciones ubicadas en calles con red de alcantarillado público, el propietario deberá solicitar a la Secretaría la conexión con dicha red y asegurar su conexión mediante pagos de derechos y otorgamiento de una fianza hasta su inspección. (H. Ayuntamiento de Cuernavaca 2001)*

Es decir, es a la Secretaría de Obras Públicas, a la que se le debe de solicitar el permiso de conexión a la red de alcantarillado.

El reglamento de construcción de Cuernavaca proporciona los lineamientos necesarios para el correcto desalojo y disposición de las aguas residuales de la población, aunque en el sentido técnico se encuentra severamente limitada. Es necesario que indique los sistemas y tratamientos específicos en su funcionamiento, y en profundidad para el caso de viviendas en laderas de barrancas con descarga a su cauce, pues esta es una característica propia de la ciudad de Cuernavaca, y otorgue métodos reglamentados de disposición o tratamiento de residuos líquidos a barrancas, pero sobre todo, que la Secretaría ejerza su facultad de verificar y sancionar incumplimientos a la misma. Esta observación de orden general, deriva en el estudio y análisis específico por cada zona, asentamiento, colonia y sus barrancas, que desemboquen en soluciones particulares al municipio.

#### *6.4 Plan estratégico para la recuperación ambiental de la cuenca del río Apatlaco: esfuerzo multi-institucional*

La severa contaminación de cauces y barrancas en el municipio de Cuernavaca es una parte de la problemática que constituye el grave deterioro ambiental de la cuenca del río Apatlaco —que es el cuerpo donde convergen las aguas que corren en las barrancas de Cuernavaca— el cual requiere de un esfuerzo transdisciplinario multi-institucional, y de instancias pertenecientes a todos los niveles de gobierno: municipal, estatal y federal. El esfuerzo principal para aminorar los impactos negativos en el entorno de la cuenca se consolidó en el denominado *Plan estratégico para la recuperación ambiental de la cuenca del río Apatlaco*, (IMTA et al 2007) elaborado en conjunto y a partir de una recopilación e integración de información en la que participan a las siguientes entidades:

- Comisión Nacional del Agua CNA
- Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente CEAMA
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua IMTA
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT

- Gobierno del Estado de Morelos
- Fundación Gonzalo Río Arronte
- Representantes de Usuarios de la Comisión de cuenca del Río Apatlaco
- Gobiernos Municipales de: Emiliano Zapata, Cuernavaca, Huitzilac, Jiutepec, Jojutla, Puente de Ixtla, Temixco, Tlaltizapán, Xochitepec y Zacatepec.

El documento directriz de este plan, ofrece un panorama amplio sobre la cuenca que involucra a estos diez municipios, en similitud a la caracterización de la ciudad de Cuernavaca presentada en el capítulo 2 de esta investigación, así como información sobre la disponibilidad, manejo y uso del agua, de los cuales destaca el estado de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento de los municipios de la cuenca, en donde, en armonía con lo presentado en el capítulo 5 en términos de deficiencia de los sistemas de alcantarillado de Cuernavaca, el plan reconoce que el alcantarillado sanitario en esta ciudad ha resuelto en cierta medida el desalojo de las aguas servidas, pero «dado que en la mayoría de los casos, estos conductos descargan sin previo tratamiento a los cuerpos receptores, siguen representando una amenaza no sólo para la salud pública...»(IMTA et al 2007).

También publica que solamente el 7.8% de las viviendas vierten sus aguas residuales directamente a barrancas o ríos, «por desconocimiento o por comodidad». Más allá de la comodidad, este problema tiene un fondo complejo que involucra la urbanización indiscriminada, asentamientos humanos en laderas de barrancas, una ordenación urbana deficiente, servicio de alcantarillado inexistente, falta de programas de implementación de tratamiento alternativo de aguas residuales así como la puesta en práctica y aplicación nula del Reglamento de Construcción del Municipio de Cuernavaca.

Otro dato relevante que proporciona este plan, es la cobertura de saneamiento en el municipio el cual estima en un 45%, valor que, debido a las condiciones en la que ha trabajado la planta de Acapatzingo —como hemos informado en el capítulo anterior— de tratamiento ineficiente, no debe ser considerado favorable en la disminución de contaminantes de barrancas y sus cauces, en torno al río Apatlaco.

Para poder diagnosticar la calidad del agua, se cataloga en el plan como *zona 1* del río a lo largo de aproximadamente 8.4 km y la *zona 2* de 10.4 km que en conjunto comprenden el cuerpo de agua desde el arroyo Chalchihuapan en la zona alta de Cuernavaca que corre hacia la barranca Tetela que tiene metros adelante como afluentes a las barrancas Ahuatlán y Tzompantle para posteriormente tomar el nombre de Tepeyehualco y confluir con la barranca Tecolote, Chiflón de los Caldos y conformar el río (o barranca) del Pollo para finalmente unirse con el arroyo Chapultepec y continuar como tal su escurrimiento hacia el Sur del Estado con el nombre de río Apatlaco. Esta última confluencia, ubicada en la zona sur de Cuernavaca, se encuentra ya catalogada dentro de la zona 2 del río, esta zonificación parcial del Apatlaco se representa en la figura 6.4.

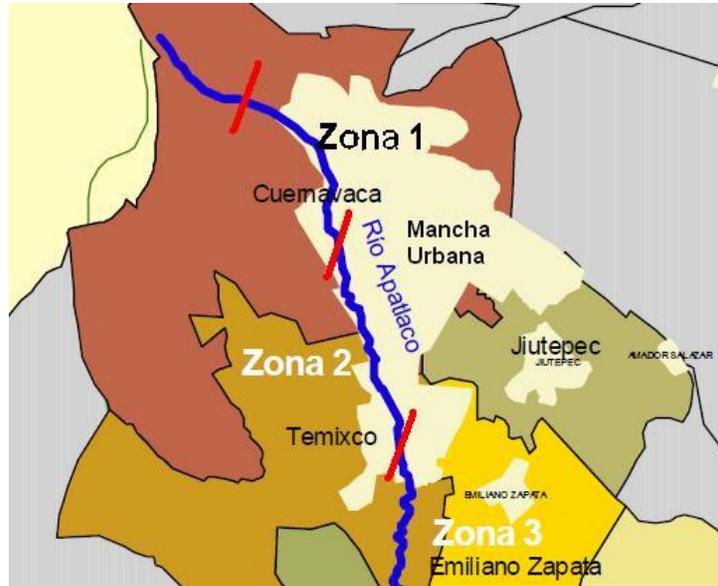


Figura 6.4 Zona 1 y 2 del río Apatlaco

Tomado de (IMTA et al 2007)

La calidad del agua determinada para diversos sitios de monitoreo se muestra en la tabla 6.3:

Tabla 6.3 Calidad del agua en las zonas 1 y 2 del río Apatlaco

Sitio	Coliformes fecales (NMP/100ml)	Carga DBO5 (kg/d)	Sitio	Concentración DQO (kg/d)	Concentración DBO5 (mg/l)	Sitio	Nitrógeno (mg/l)
A1a	155	1	DM1a	397	161.8	R1a	1.3
A1	30,000	0.21	DM1	861	344	R1	0.5
A1b	100,000	3	DM2	379	148.2	R2	0.5
A1c	300,000	82	DM3	800	402	R3	5.8
A2	42,000	14	DM4	590	329.9	R3b	17.1
A3	100,000	18	DM5	835	512	R3c	15.6
A3a	1,850,000	42	DM5b	454	246	R4	7.6
A3b	10,000	147	DM5c	481	287	R5	10.7
A4	1,220,000	5	DM6	36	9.2	R5b	21.8
A5	1,310,000	25				R5c	20.9
A6	460	ND					
A7	60,000	43					
A8	17,500,000	111					
A9	270,000	312					

Donde:

- A: Sitio de monitoreo ubicado en afluente  
R: Sitio de monitoreo ubicado en río  
DM: Sitio de monitoreo ubicado en descarga de aguas de origen municipal  
DI: Sitio de monitoreo ubicado en descarga de aguas de origen industrial  
*Nota: La nomenclatura es la utilizada en el documento que conforma el plan.*

El río Apatlaco, y su escurrimiento por algunas de las barrancas de Cuernavaca según la Ley Federal de Derechos, se cataloga —únicamente para las zonas 1 y 2— como cuerpo de uso público urbano, aunque su uso real es además, como receptor de descargas residuales y en ciertos puntos como cuerpos para riego agrícola (IMTA et al 2007) por lo que revisando estos datos que forman parte del diagnóstico, con la norma NOM-001-SEMARNAT-1996 que indica los valores máximos permisibles para los contaminantes más comunes en la descarga de aguas residuales, es posible observar que las concentraciones de DBO son superiores a lo permitido por la norma, que es, para uso agrícola de 150 mg/l el promedio mensual y de 200 mg/l el promedio diario y para uso público urbano de 75 y 150 mg/l respectivamente, en la mayoría de las descargas monitoreadas en la zona correspondiente a Cuernavaca. El número de coliformes fecales indicados en la tabla 6.3, a pesar de que las mediciones de no son sobre las descargas sino sobre los afluentes, sobrepasan lo permitido por dicha norma que establece 1000 NMP/100ml promedio mensual y 2000 NMP/100ml promedio diario para aguas de uso agrícola. El nitrógeno total indicado en mediciones sobre el río, no sobre las descargas, se encuentra en gran parte por arriba de la meta del plan de saneamiento de 5 mg/l; para las descargas este valor no debe sobrepasar 40 y 60 mg/l, promedio mensual y diario respectivamente tanto para aguas de uso agrícola como para uso público urbano según la norma.

Un larguillo donde esquemáticamente se refleja la ubicación de las descargas y puntos de monitoreo a lo largo del cauce que da origen al río Apatlaco por las barrancas de Cuernavaca involucradas hasta el municipio de Temixco, se muestra en la figura 6.4 con base en el plan. (IMTA et al 2007)

Es indispensable mencionar que el análisis del plan —el cual tiene un enfoque de cuenca— se acota solamente para Cuernavaca, debido a los alcances de este trabajo de investigación.

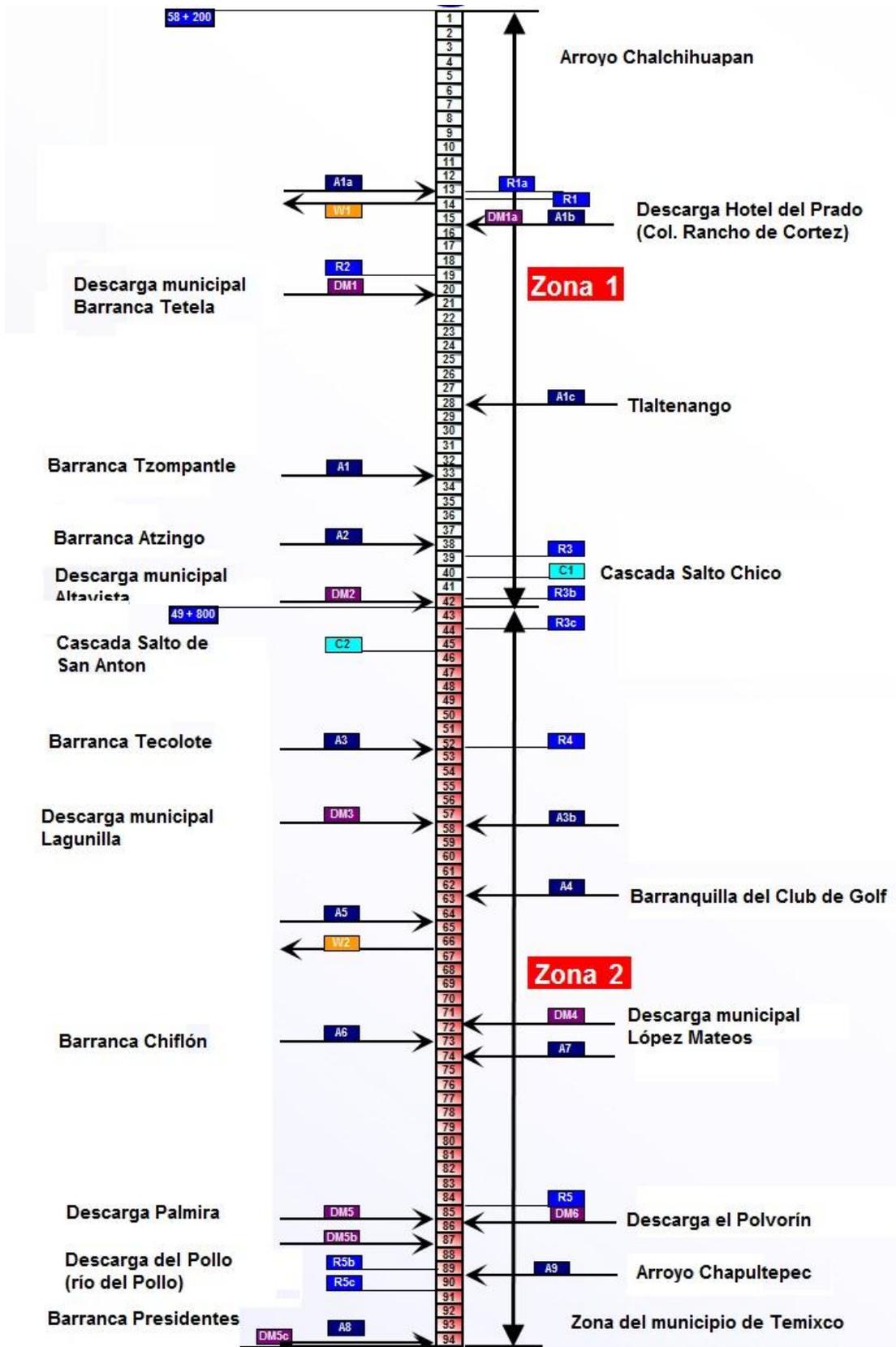


Figura 6.4 Esquema representativo de los puntos monitoreados de calidad del agua

En términos generales la calidad del río Apatlaco indica que sus aguas no son aptas para abastecimiento humano, recreación y vida marina, con algunas excepciones bajo restricciones específicas para uso agrícola. El diagnóstico señala que cuerpos como el arroyo de la barranca Amanalco tampoco son aptas para los usos indicados con la misma excepción para uso agrícola, y la barranca Puente Blanco —con su extensión en el municipio de Emiliano Zapata— no es apto para absolutamente ningún uso.

Las evidencias de la alta contaminación de los cuerpos de agua de Cuernavaca —y en general de la cuenca del Apatlaco— hacen que el planteamiento de la relación de sistemas de alcantarillado con las barrancas y cauces como un problema de investigación cobre vital importancia en la búsqueda de soluciones que permitan que estos elementos naturales cobren su valor ambiental y también urbano.

El Plan Estratégico para la Recuperación Ambiental (IMTA et al 2007) establece los problemas prioritarios de la cuenca del Apatlaco, los cuales son:

- Disminución de la calidad y cantidad del agua en la cuenca
- Deterioro de los recursos bosque y suelo
- Crecimiento urbano desordenado
- Rezagos sociales y económicos
- Pobreza extrema e insalubridad
- Deficiencias en cultura ambiental, capacitación, comunicación y participación social

La contaminación de cauces y barrancas y su relación problemática con los sistemas de alcantarillado, ineludiblemente encaja en todos los ítems anteriores como se explica a continuación punto a punto:

- Las descargas de aguas residuales crudas o con tratamiento deficiente reduce drásticamente la calidad del agua de los cauces, lo que impide su uso y a su vez destruye el entorno natural y por ende reduce la cantidad de agua de la cuenca.
- El escurrimiento de aguas contaminadas deteriora los frágiles ecosistemas propios de las barrancas y el entorno natural circundante a las barrancas, en concreto, la ciudad de Cuernavaca.
- El crecimiento urbano desordenado ha propiciado asentamientos —regulares e irregulares— en laderas y cauces de las barrancas para los cuales no hay sistemas de alcantarillado, provocando descargas directas a estos elementos naturales, reduciendo su valor ambiental a un depósito de desechos.
- La ausencia de sistemas de alcantarillado en zonas ya urbanizadas, y de sistemas de tratamiento eficientes en las redes existentes a cargo del Organismo Operador, es indicativo de un claro rezago económico que ha impedido —en cierta medida— la ampliación y optimización de los sistemas.

- A lo largo del tiempo han existido asentamientos urbanos en laderas de barrancas en condición de pobreza extrema y han carecido completamente de servicios urbanos, como lo es el suministro de agua potable y alcantarillado, lo que ha generado insalubridad y enfermedades a la población misma, con el consecuente deterioro ambiental. Esta condición se acentúa en los municipios ubicados al sur de la cuenca.
- Las descargas directas de aguas residuales de predios a barrancas, a pesar de tener su origen en diversas causas, frecuentemente tiene un fuerte componente cultural y educacional, cuya carencia, como ya se ha comentado, ha generado que las barrancas no sean provistas de su valor ambiental ni urbano, ni por los habitantes, ni por las autoridades. Esto ha originado que investigadores hayan abordado la contaminación y destrucción de las barrancas desde la perspectiva educacional.

Se han implementado programas en los diferentes niveles de gobierno asociados a los problemas prioritarios mencionados. Los programas de orden federal que han sido previstos y que involucran al saneamiento de barrancas y al mejoramiento de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales requieren del cumplimiento de una serie de requisitos orientados para Municipios y Organismos Operadores, uno fundamental es que exista un Convenio o Acuerdo de Coordinación entre el Gobierno Estatal y el Gobierno Federal para la conjunción de acciones de mejoramiento. Para la ciudad de Cuernavaca aplican los siguientes, que dependen de la CNA:

El *Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas* (APAZU)<sup>3</sup> (CNA 2007) tiene como acciones:

- La ampliación de la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado
- Mejoramiento de la eficiencia física y comercial
- Apoyo en el desarrollo institucional de los ejecutores de estas obras.
- Construcción, rehabilitación y conservación de la infraestructura hidráulica

Los municipios y Organismos Operadores deberán cumplir una serie de requisitos que garanticen que cumplan con las acciones rectoras indicadas, y someterse a un procedimiento de selección. Una vez seleccionado se tendrá una aportación federal de hasta el 50% por cada componente de acción (Agua potable, saneamiento, alcantarillado) y una contraparte de recursos estatales y/o municipales, inclusive del sector social o iniciativa privada. Para saneamiento, las acciones contempladas deben incluirla construcción de atarjeas, colectores, emisores, plantas de tratamiento y rehabilitación de redes existentes.

---

<sup>3</sup> Véase Capítulo 5 Subcapítulo 5.1 y CNA (2007) en las referencias.

El *Programa de Devolución de Derechos* (PRODDER) tiene por objetivo la realización de acciones de mejoramiento de eficiencia y de infraestructura de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales mediante la devolución a los prestadores de estos servicios, de los ingresos federales que se obtengan por la recaudación de derechos por explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales.

El *Programa de modernización de Organismos Operadores de agua* (PROMAGUA) se emplea como fuente adicional de recursos, para fomentar la consolidación de los organismos operadores de agua, facilitándoles el acceso a tecnologías de punta, fomentar e impulsar su autosuficiencia y contribuir al saneamiento mediante el diseño de proyectos ligados al tratamiento y reúso de aguas residuales.

También existen programas para zonas de índole rural como el *Programa para la sostenibilidad de los servicios de agua potable y saneamiento en comunidades rurales* PROSSAPYS, el *Programa para la Construcción y Rehabilitación de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales*. (IMTA et al 2007)

Los Programas estatales se ejecutan principalmente a través de la CEAMA, mediante las actividades contenidas en su Ley de Creación<sup>4</sup> (LCCEAMA 2000). Desde marzo de 2007 el gobierno del estado de Morelos decretó como responsabilidad del CEAMA, el Programa de Saneamiento Integral de la Cuenca del Río Apatlaco, con un aporte de la CNA de más de 190 millones de pesos mexicanos para las acciones de este rescate ambiental.)

Las acciones concretas programadas en el plan estratégico para la recuperación ambiental de la cuenca del Apatlaco, aplicables a cauces y barrancas de Cuernavaca son:

1.- Relativo a las acciones orientadas a plantas de tratamiento en Cuernavaca, se muestran las tablas 6.4, 6.5 y 6.6

Tabla 6.4

<b>Acción General</b>	Complementar infraestructura para tratamiento de aguas residuales, y rehabilitar y operar la existente en los ámbitos urbano, rural, industrial y turístico
<b>Acción Específica</b>	Construcción de planta de tratamiento de aguas residuales en la Colonia Ampliación Chipitlán
<b>Objetivo</b>	Dar tratamiento a un gasto de 24 l/s de aguas residuales con beneficio para 20 mil habitantes y saneamiento del río del Pollo
<b>Localidad</b>	Col. Ampliación Chipitlan
<b>N° de ficha asignado en el Plan</b>	5
<b>Estatus</b>	Puesto en marcha por CEAMA en marzo del 2010

<sup>4 4</sup> Véase Capitulo 5 Subcapítulo 5.1

Tabla 6.5

<b>Acción General</b>	Complementar infraestructura para tratamiento de aguas residuales, y rehabilitar y operar la existente en los ámbitos urbano, rural, industrial y turístico
<b>Acción Específica</b>	Rehabilitación y modernización de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Acapatzingo
<b>Objetivo</b>	Incrementar la capacidad de tratamiento de la planta a 600 l/s
<b>Localidad</b>	Acapatzingo (Con impacto en la zona oriente de Cuernavaca)
<b>N° de ficha asignado en el Plan</b>	9
<b>Estatus</b>	Inicio de la Rehabilitación en agosto de 2010 y trabajos en marcha para su terminación prevista en el último trimestre de 2011

Tabla 6.6

<b>Acción General</b>	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.
<b>Acción Específica</b>	Construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en el poblado Buenavista del Monte, primera etapa.
<b>Objetivo</b>	Proporcionar tratamiento a un gasto de 15 l/s de aguas residuales con beneficio para 7,000 habitantes.
<b>Localidad</b>	Poblado de Buenavista del Monte
<b>N° de ficha asignado en el Plan</b>	16
<b>Estatus</b>	Puesta en marcha en el año 2009

2.- Relativo a las acciones orientadas a alcantarillado sanitario, se muestra la tabla

Tabla 6.7

<b>Acción General</b>			
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.			
<b>Acción Específica</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Localidad</b>	<b>N° de ficha</b>
Construcción de colectores marginales en la barranca San Pedro	Beneficio a 30,000 habitantes	Santa María Ahuacatlán	29
Construcción de 50 km de subcolectores hacia la planta de Acapatzingo	Beneficio a la población en el oriente de Cuernavaca	Acapatzingo	30
Construcción de alcantarillado sanitario	Dotación del servicio a la Colonia	Col. Ahuatlán	31
Colector San Juan para ligar el circuito Universidad a la planta de Acapatzingo	Rehabilitar infraestructura existente	Cuernavaca	45
Colector Universidad Norte	Conectar atarjeas a un subcolector existente para evitar su descarga a barrancas	Cuernavaca	49

3.- Para alternativas de tratamiento económicas de aguas residuales:

Tabla 6.8

<b>Acción General</b>			
Promover el uso de alternativas económicas, de bajo costo de operación y mínima dependencia tecnológica para el tratamiento de aguas residuales.			
<b>Acción Específica</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Localidad</b>	<b>N° de ficha</b>
Reactor aeróbico	Tratamiento a un gasto de 5 l/s en unidad habitacional	Ahuatlán	46

Colector marginal y reactor anaeróbico en la barranca San Pedro	Conducir y dar tratamiento a un gasto de 12 l/s que se vierten en la barranca	Col Tlaltenango	50
Construcción de biofiltro en la barranca San Pedro	Beneficio a 30,000 habitantes	Col. Buena Vista	52
Construcción de biofiltro en la barranca Chalchihuapan	Beneficio a 20,000 habitantes	Colonia Rancho Cortéz	53
Sistema alternativo de saneamiento unifamiliar	Aplicar sistemas de bajo consumo de energía a 100 casas	Col. Ahuatlán Col. 28 de marzo	55

4.- También se contemplan acciones de limpieza de barrancas, en las que destacan:

Tabla 6.9

Limpieza de barrancas y control de tiraderos clandestinos e irregulares.			
<b>Acción General</b>			
<b>Acción Específica</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Localidad</b>	<b>N° de ficha</b>
Recuperación ambiental de barranca Sacatierra y planta	Rehabilitar la función hidráulica del cauce y de sus condiciones	Col. Sacatierra	80
Limpieza de barrancas 36 km al año	Retiro de residuos sólidos del cauce y rehabilitar su función	Cuernavaca	82
Recuperación del Salto de San Antón	Generación de un espacio turístico	Cuernavaca	83
Recuperación del paseo de la barranca Amanalco	Generación de un espacio turístico	Cuernavaca	85
Recuperación de la barranca San Pedro	Beneficio a 350,000 habitantes	Santa María Ahuacatlán	86
Recuperación del paseo ribereño de la barranca Salto Chico	Generación de un espacio turístico	Cuernavaca	87

El Plan contempló como una acción la *Instrumentación del ordenamiento ecológico municipal de Cuernavaca en el área urbana*, logrando su objetivo en el año 2010, con la aprobación y publicación del Reglamento de Ecología y Protección al Ambiente del Municipio de Cuernavaca, Morelos, el cual regula las actividades tendientes a proteger el medio ambiente y los recursos naturales «garantizando el derecho de todo ser humano a vivir en un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar» (H. Ayuntamiento de Cuernavaca 2010). Este reglamento abroga al mismo publicado en 1999.

Otra acción que tuvo su culminación, fue el desarrollo del *Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial de Municipio de Cuernavaca*, con su publicación en mayo del 2009 en el cual declara a los ríos y barrancas como *áreas de protección y restauración ecológica*. Sin duda, un paso fundamental en la recuperación de su valor ambiental.

En el aspecto educacional, hay acciones de índole permanente como son aulas ambientales para la promoción de los cambios en la actitud hacia el medio ambiente, actividades como cumbres infantiles, la formación de promotores ambientales y labores de concientización a pobladores sobre el manejo de residuos sólidos y cuidado del agua, así como educación para el conocimiento y respeto de las barrancas de Cuernavaca, orientado a la preservación del medio ambiente, la mejora de las condiciones de salubridad y del panorama visual que estos elementos naturales representan. Hay dos programas que son resaltables: el de *Barrancas urbanas de Cuernavaca* y el de *Barrancas poniente de Cuernavaca*.

### *6.5 Actores complementarios en la problemática: instituciones académicas, Organizaciones No Gubernamentales y Asociaciones Civiles*

Desde la gestación del Plan estratégico descrito anteriormente, diversas instituciones educativas, por parte de la UNAM a través del *Instituto de Ingeniería*, el *Posgrado de Urbanismo*, el *Instituto Mexicano de la Tecnología del Agua* IMTA el *Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias* CRIM, han contribuido al abordaje transdisciplinario de la relación problemática de los sistemas de alcantarillado y barrancas, y temáticas similares, como objeto de investigación con enfoques diversos.

Una de las principales líneas de investigación en torno a la descarga de aguas residuales a barrancas en el CRIM, es el que encabeza la Dra. Alicia Batllori, que le otorga una perspectiva de educación ambiental a este problema de investigación, y ha centrado sus trabajos en analizar la interacción de habitantes con su entorno natural considerando factores socioeconómicos y educacionales (Batllori 2004) impulsando la inversión en la educación de los habitantes, así como la utilización de métodos alternativos factibles y sencillos como los sanitarios ecológicos y baños secos; la colaboración multidisciplinaria

en el diseño y difusión de cursos y talleres, y la búsqueda constante de métodos y estrategias aplicados a la educación ambiental orientada a barrancas con el fin de obtener prácticas susceptibles de ser utilizadas por los pobladores que coadyuven a salir de la crisis ambiental existente.

Otras líneas de investigación de este centro se encuentran a cargo del Dr. Raúl García Barrios relativos a las descargas de aguas residuales, la deposición de desechos sólidos, orgánicos e inorgánicos, caracterización de las barrancas y propuestas de acción para su rescate (García R. et al 2007)

El Instituto de Ingeniería, en coordinación con el Posgrado de Urbanismo, mediante un grupo de trabajo denominado *Urbanismo Transdisciplinario* bajo la dirección del Maestro en Ingeniería y Urbanismo Enrique Díaz Mora, ha abordado la problemática como componente de la destrucción del medio ambiente como consecuencia de una expansión urbana inadecuada (Díaz-Mora 2008), en particular se ha planteado a los *sistemas de alcantarillado y barrancas de Cuernavaca como una relación urbano-ambiental problemática* (Carreño y Díaz-Mora 2008). Los trabajos de investigación de este grupo han fructificado —entre otras publicaciones— en el presente documento de investigación.

El Instituto Mexicano de la Tecnología del Agua, ha sido fundamental en el diseño del Plan estratégico para la recuperación ambiental del río Apatlaco, y es quien ha elaborado el documento directriz. (IMTA, et al 2007)

Una valiosa aportación a este problema de investigación, ha sido las acciones y propuestas de diversas ONG's como *Guardianes de los Árboles* quienes han denunciado las irregularidades de orden federal, estatal y municipal en perjuicio de elementos naturales como lo han sido el bosque de agua de la Sierra del Chichinautzin, afectado por el libramiento Lerma –Tres Marías, el grave deterioro a que estaría expuesto el sistema de barrancas del poniente de Cuernavaca, por la construcción del Libramiento Norponiente, y la desaparición de la barranca Los Sauces para dar paso a una vía rápida en la zona urbana de Cuernavaca, son solo tres ejemplos de estos ejercicios de denuncia y búsqueda de conciencia ambiental social y gubernamental.

Muchos habitantes —afiliados o no a asociaciones civiles— han desarrollado actividades para reducir la contaminación y destrucción del entorno natural, que han consistido en la ejecución de limpieza manual de algunos segmentos de barrancas y cauces, en la implementación de sistemas de tratamientos alternativos sencillos y de bajo costo para el tratamiento de aguas residuales, y técnicas para su reutilización, o la utilización de tecnologías para el reciclaje de excretas humanas mediante el uso de sistemas sanitarios sin agua como vehículo de contaminantes y otras ecotécnicas, para la elaboración de composta utilizable como nutriente para la flora existente en las barrancas, son sólo algunos ejemplos de las actividades que en esta temática han realizado los habitantes. Es necesario indicar que el Plan de saneamiento, coadyuvará a largo plazo a que estas acciones sean ejecutadas

de manera formal y útil, lo que logrará erradicar las prácticas *espontáneas* de muchos pobladores con buenos propósitos pero carentes de técnica y conocimiento. El desarrollo de estas actividades en Cuernavaca se ha dado principalmente en cauces y barrancas.

### *6.6 Análisis y propuesta de soluciones en la perspectiva transdisciplinaria y urbanística de la ingeniería civil*

El planteamiento de las soluciones concretas llevadas a cabo en el Plan de saneamiento de la cuenca del río Apatlaco, intrínsecamente conlleva el análisis y la reflexión propios de la ingeniería civil, como son la construcción de plantas de tratamiento, de colectores marginales a las barrancas y rehabilitación y ampliación de los sistemas existentes de alcantarillado.

Adicionalmente, se propone la elaboración de diagnósticos de cada barranca, estableciendo unidades geográficas de análisis para cada una en segmentos perfectamente bien definidos, que permita establecer en concreto el daño que ha sufrido por efecto del hombre en flora, fauna y cauce, a pesar de que es conocido que en términos generales, se encuentra presente una severa contaminación; y que también se pueda elaborar un análisis social de las personas que la habitan. Esto permitirá no solo ejecutar acciones prácticas en zonas específicas, sino a todo lo largo de las barrancas, en todo el municipio. Para cada diagnóstico de un segmento en particular, será tendrá un muy convenientemente acotado objeto de investigación, que arrojará soluciones específicas y puntuales.

En las zonas donde un análisis previo indique que no es necesario un diagnóstico tan puntual, puede estudiarse la posibilidad del diseño y construcción de colectores marginales, para impedir que las descargas lleguen al cauce, como ya se propuso por ejemplo, esta solución para segmentos en particular de la barranca San Pedro. Es necesario aclarar que esta acción no equivale a *entubar el cauce*. El grupo de ingeniería que proyecte este tipo de colectores deberá cuidar la velocidad y pendiente máxima en las alcantarillas y deberá diseñar e implementar los pozos de visita adecuados acorde al terreno, incluyendo caídas adosadas para disminuir la pendiente de los tramos de tubería.

Se propone también que para todos los cauces de las barrancas, mediante los estudios hidrológicos necesarios, sean definidos perfectamente sus correspondientes zonas federales —acorde a lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales— para establecer la prohibición efectiva, es decir, llevada a la práctica, del uso de las barrancas como suelo para construcción de vivienda por parte de particulares y desarrolladores inmobiliarios. Esta acción queda propuesta a largo plazo debido a la cantidad de km de barrancas y a los requerimientos técnico-económicos para su implementación por parte de CNA.

La propuesta anterior se complementan indisolublemente, con la efectiva aplicación del Reglamento de Construcción del municipio relativo a las descargas de aguas residuales, la implementación del reciclaje de aguas grises y campañas formales por parte de la

Secretaría de Desarrollo Urbano, Obras y Servicios Públicos o de SAPAC, de asesoría de instalación y mantenimiento de fosas sépticas, biodigestores, baños secos y la continua inspección y sanción de descargas clandestinas a cauces y barrancas. Adicionalmente, deben idearse mecanismos de financiamiento accesibles que no represente un costo significativo para los usuarios de estos sistemas alternativos, y estimulación a la población para su adquisición; estos mecanismos deben ser implementados en coordinación con el organismo operador, CEAMA, el gobierno municipal, estatal y federal.

Se debe regular todas las descargas directas mediante su correspondiente permiso y el consecuente pago de derechos, y canalizar esta recaudación para la construcción de sistemas de alcantarillado y plantas de tratamiento. Adicionalmente, como lo indica el Plan, se podrán obtener de esta manera los beneficios del PRODDER.

La incongruencia entre la reglamentación municipal y los permisos de descarga federales debe ser eliminada por completo y no ser objeto de ambigüedades, pues en el caso puntual de Cuernavaca, ya se hizo mención que mientras la CNA otorgó permisos para descargas a pozos de absorción, el Reglamento de Construcciones del Municipio los prohíbe y definir claramente, los alcances de cada autoridad sobre barrancas.

Se propone incluir la definición de *barranca*, en el reglamento de construcciones del municipio, en virtud de que estos elementos se encuentran íntimamente ligados a la *forma* de la ciudad, a su proceso de urbanización, a la edificación de viviendas en sus laderas y al saneamiento de los habitantes cuernavacenses debido a su interacción con las redes de alcantarillado.

Finalmente, el Plan de saneamiento del río Apatlaco analizado con anterioridad, deberá tener una continuidad *permanente*, a pesar de que las acciones previstas tengan un plazo determinado, se tendrán que ejecutar todas las acciones necesarias para mantener los logros obtenidos en el plan, como lo es el mantenimiento constante de la infraestructura y su renovación en caso de ser necesario, la búsqueda constante de nuevas acciones de mitigación y la previsión de posibles fuentes de financiamiento a largo plazo.

Las acciones aquí propuestas, sin duda coadyuvarán al rescate de la cuenca del río Apatlaco y por consiguiente a la ciudad de Cuernavaca, asimismo, una vez consolidadas pueden aplicarse en los nuevos asentamientos que tendrá la ciudad para preservar a las barrancas con las que invariablemente deberán interactuar, es decir, que las actuales condiciones de contaminación por aguas residuales sean mitigadas y prevenidas, en la búsqueda de una sustentabilidad ambiental para Cuernavaca.