



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC)

DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES

**HACIA LA GESTIÓN INTERSECTORIAL DE MICROCUENCAS
HIDROLÓGICAS EN MORELOS.**

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS NATURALES

P R E S E N T A :

FERNANDO JARAMILLO MONROY



DIRECTORA DE TESIS: DRA. ELISABET WEHNCKE

CUERNAVACA, MORELOS

2019



HACIA LA GESTIÓN INTERSECTORIAL DE MICROCUENCAS HIDROLÓGICAS EN MORELOS.

Fernando Jaramillo Monroy
Tesis de Doctorado en Ciencias Naturales de la UAEM

Comité

**Dra. Elisabet Wehncke (Directora), Dr. Xavier López Medellín (Co director) y
Dr. David Valenzuela Galván, DR. Norman Mercado Silva,
Investigadores del CIByC-UAEM;
Dra. Úrsula Oswald Spring, investigadora del CRIM-UNAM;
Dra. María Antonieta Gómez Balandra, investigadora del IMTA.
Dra. Nohora Guzmán Ramírez FH-UAEM.**

Jiutepec, Morelos, Primavera de 2019

PRESENTACIÓN

En el presente documento se encuentran los resultados del proyecto de investigación titulado: Hacia la gestión intersectorial de microcuencas hidrológicas en Morelos, que presenta Fernando Jaramillo para obtener el Doctorado en Ciencias Naturales, con línea de generación de conocimiento en Manejo de Recursos Naturales y Conservación del CIByC-UAEM, y el cual fue apoyado con la beca de CONACyT no. 665636/575740.

En la primera parte de este documento se presenta el índice de la tesis, y un apartado introductorio con el planteamiento del problema de investigación, la justificación, hipótesis, objetivos. En el primer capítulo se encuentran los fundamentos teóricos del proyecto de investigación. En el segundo capítulo se hace una síntesis de las metodologías que se utilizaron para la elaboración de la ecología histórica, de la caracterización, diagnóstico y de funcionamiento de las microcuencas de estudio, así como para la elaboración de los programas de manejo de dichas microcuencas. En los Capítulos tres y cuatro se exponen, desde el enfoque de la Ecología Histórica, los resultados del análisis integrado del entorno biofísico, del funcionamiento y manejo ambiental y socioeconómico de las dos microcuencas en estudio: Chalchihuapan y El Pantano, respectivamente.

En el quinto capítulo se presentan los resultados de los procesos de planificación y gestión intersectorial de dos microcuencas hidrológicas y de la Región Norponiente del Estado Morelos (RNEM). En la parte final se hace una discusión, análisis y recomendaciones para la planificación y manejo integral comunitario de microcuencas en la RNEM.

<u>ÍNDICE DE LA TESIS</u>	Pp.
AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	6
CAPITULO I	16
Fundamentos teóricos sobre planificación, manejo y gestión integral de microcuencas hidrológicas	
CAPITULO II	48
Metodologías para la caracterización, el diagnóstico, el manejo y la gestión intersectorial microcuencas hidrológicas	
CAPITULO III	62
Análisis histórico, biofísico y funcional de la microcuenca de El Pantano	
CAPITULO IV	112
Análisis histórico, biofísico y funcional de la microcuenca de Chalchihuapan	
CAPITULO V	178
Programas de manejo y gestión intersectorial de microcuencas hidrológicas de: El Pantano, Chalchihuapan y de la Región norponiente del estado de Morelos	
DISCUSIÓN, RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES	210
SIGLARIO	
GLOSARIO	
ANEXOS	

AGRADECIMIENTOS

Al CONACyT y al CIByC de la UAEM por darme la oportunidad de participar en el Doctorado en Ciencias Naturales. Mi sincero agradecimiento a los miembros de mi Comité tutorial: Dra. Elisabet Wehncke, Dra. Úrsula Oswald Spring, Dra. María Antonieta Gómez Balandra, Dr. Xavier López Medellín y al Dr. David Valenzuela Galván, por su paciencia, apoyo y conducción para la realización de esta tesis, y al Dr. Norman Mercado Silva y a la Dra. Nohora Guzmán Ramírez como parte del jurado que participo en mi examen predoctoral y en el examen doctoral. A los compañeros de las Organizaciones de la Sociedad Civil y de instituciones académicas que colaboraron conmigo en las distintas fases de los estudios de campo, gabinete y en los procesos de participación pública. A los representantes y miembros de las comunidades por su entusiasmo y participación, por valorar y sumarse a la gestión intersectorial de microcuencas hidrológicas como alternativas para la protección del ambiente, así como a las múltiples personas de las comunidades que contribuyeron con sus conocimientos y vivencias vinculadas a las microcuencas.

Quiero destacar la valiosa colaboración del Geólogo Oscar Pohle Morales y al M. en C. Víctor Flores Armillas, quienes contribuyeron destacadamente en la realización de los estudios de campo, y apoyo técnico para la elaboración de los programas de manejo de las microcuencas y de la región norponiente de Morelos.

Para la elaboración de la caracterización y diagnósticos físicos, bióticos y socioeconómicos de la microcuenca de la Barranca de Chalchihuapan se contó con la participación del Geólogo Oscar Pohle Morales y al M. en C. Víctor Flores Armillas, y por su apoyo en la elaboración del Programa de Manejo de dicha microcuenca el entusiasta apoyo de Diana Fernanda Ospina Rojas, de los biólogos Alejandro Guevara, Víctor Flores Armillas, así como de representantes del proyecto comunitario del "Bosque de los Hongos Azules A.C", en especial a Ángeles Martínez, Marisa Hernández, Tomas Campos y Albert Islas, destacable la participación de la Lic. Pilar Aquino y la Arq. Yolanda Delgado de la Asociación de colonos de Rancho Cortes, así como del Biol. Harald Alcaraz, y a la M. en C. Fabiola de Alba.

Por su colaboración en la elaboración de la caracterización y diagnósticos físicos, bióticos y socioeconómicos de la microcuenca de El Pantano al Geólogo Oscar Pohle Morales y al M. en C. Víctor Flores Armillas, y por su apoyo en la elaboración del Programa de Manejo de esta microcuenca al historiador José Luis Rodríguez de Gante, Carmen Rodríguez de Gante y Servando Gajá. Por su participación en la elaboración del Plan para el Manejo Integral del Sistema de Barrancas del Norponiente de Morelos al Dr. Luis Tamayo Pérez, la M. en C. Jazmín González Zurita, Alejandro Guevara, Víctor Flores Armillas, al personal del Colegio de Morelos y de diversas organizaciones que apoyaron en la organización de los Coloquios intersectoriales, especialmente a Celia Duran, Dr. Jorge Martínez Ruiz, historiador José Luis Rodríguez de Gante, Lic. Pilar Aquino, Dr. Antonio Sarmiento, Biol. Harald Alcaraz, Dr. Jorge Arturo Hidalgo Toledo, Lic. Cesar Salgado, Dr. Jesús Arias Chávez, Ing. Sergio Corza, Dr. Antonio Sarmiento Galán, M. en C. Fabiola de Alba, Ing. Arturo Fregoso, Pierina Cucchi, Dra. Elizabeth Arellano, Dra. Elisabet Wehncke, Dr. Fernando Urbina, Dra. María Di Castro.

Especial reconocimiento por su apoyo en la revisión de esta tesis a la M. en C. Larisa de Orbe González, y a mi hijo Fernando Jaramillo Torres por su apoyo en la elaboración de varias de las figuras que ilustran esta tesis. Finalmente dedico esta tesis a tres grandes artistas: Gaby Cano, Beatriz Padilla y Flora Guerrero, que además de producir hermosas obras de arte relacionadas con la naturaleza, han dedicado importantes esfuerzos para concientizar a la ciudadanía y gestionar la protección de los bosques y barrancas del norponiente de Morelos.

RESUMEN:

Introducción: La región norponiente del estado de Morelos (RNEM) es reconocida como uno de los territorios más privilegiados de México, con hermosos paisajes naturales y un abanico de barrancas. Este es un espacio rico en ecosistemas, cuya conservación es de gran relevancia para el mantenimiento de los servicios ambientales que estos proveen, como son, la abundante agua superficial y subterránea, la generación de suelos fértiles y microclimas, y el mantenimiento de un ambiente confortable que disfrutaron los habitantes de esta región, y que permiten el desarrollo y la calidad de vida actual y futura. Sin embargo, la riqueza natural de la RNEM ha tenido un acelerado deterioro y destrucción durante las últimas décadas como consecuencia del explosivo incremento de la población humana y del desarrollo urbano, agropecuario e industrial, a costa de los ecosistemas naturales, lo que ha ocasionado una gran demanda e incorrecto manejo del recurso hídrico. Al mismo tiempo, ha habido una falta de planificación, gestión y manejo sustentable del agua, del territorio y de los recursos naturales, por parte de las instituciones públicas responsables de estos temas. Para atender esta problemática es necesario entender el funcionamiento integrado de las cuencas en esta región e impulsar acciones estratégicas que contribuyan a la protección del ambiente. Por lo que consideramos prioritario generar una iniciativa en la que, con fundamento en la ecología histórica de las microcuencas, se promueva la participación intersectorial en la planificación y gestión de programas de manejo integral de microcuencas hidrológicas (MICH), que tome como base el conocimiento y las experiencias que se han tenido en otros países, en México y en Morelos en este tema. Para este estudio se seleccionaron dos microcuencas, Chalchihupan y El Pantano, que presentan muchas de las problemáticas que también existen en otras microcuencas de la RNEM.

El objetivo de esta tesis fue explorar y entender la evolución histórica de los socio-ecosistemas, del uso del territorio y de los recursos naturales, en dos microcuencas ubicadas en la RNEM, así como combinar los análisis sociohistóricos y funcionales bajo una perspectiva regional para identificar debilidades, soluciones y alternativas y comprender los patrones de gestión de tierras y aguas. En base a este conocimiento, poder explicar los patrones de uso y gestión del agua, la biodiversidad y del territorio, y sustentar propuestas de planificación y manejo integral comunitario de estas microcuencas y de la RNEM.

Métodos. El trabajo se desarrolló durante un lapso de 4 años (2015-2018). Las metodologías utilizadas, fueron: Revisión y análisis de información bibliográfica, documental y cartográfica de diversas fuentes, aplicación de entrevistas y talleres con actores clave, uso de SIG, y verificación en campo, para: Investigar la evolución y el funcionamiento actual del sistema territorio-agua-biodiversidad en las dos microcuencas, se analizó la evolución de las estrategias de gestión pública y ciudadana de los sistemas. Se hizo la revisión y análisis de los fundamentos teórico-metodológicos del MICH para evaluar y proponer alternativas de manejo de las microcuencas bajo estudio.

Resultados: Se establecieron los alcances, enfoques o disciplinas involucradas en el MICH, los aciertos, problemáticas y las propuestas más viables para la planificación y gestión intersectorial de microcuencas. Con base en ello se elaboraron propuestas de mejora al MICH que se puedan aplicar en México y en Morelos en materia de los instrumentos legales, institucionales y de participación ciudadana en los procesos de planificación, manejo y gestión del MICH. Se elaboró el diagnóstico biofísico y socioeconómico de las dos microcuencas hidrológicas seleccionadas para este estudio, y se prepararon y consensuaron los programas de manejo de estas microcuencas y de las barrancas de la región norponiente de Morelos.

Conclusiones: Para la sostenibilidad del desarrollo en Morelos es estratégico impulsar el MICH, lo cual requiere reformar la legislación y las instituciones responsables del ambiente, e impulsar la participación ciudadana en la planificación, gestión y uso sostenible del territorio, el agua y la biodiversidad.

HACIA LA GESTIÓN INTERSECTORIAL DE MICROCUENCAS HIDROLÓGICAS EN MORELOS

INTRODUCCIÓN

La región norponiente del estado de Morelos (RNEM) ha sido históricamente reconocida como uno de los territorios más privilegiados de México, con hermosos paisajes naturales conformados por las sierras del Chichinautzin y Zempoala, de las cuales se originan un abanico de barrancas que son un espacio rico en biodiversidad, y donde múltiples vinculaciones con el medio físico han establecido la presencia de diversos ecosistemas. Su conservación es de gran relevancia para el mantenimiento de los servicios ambientales que estos proveen, como son, la abundante agua que se almacena en sus acuíferos, manantiales y ríos, la generación de suelos fértiles y microclimas y el mantenimiento de un ambiente confortable que disfrutaban los habitantes de esta región, y que permiten el desarrollo y la calidad de vida actual y futura, entre otros (Aguilar-Benítez 1998, Batllori 2004, Pohle 2006, Urbina et al. 2013, Jaramillo 2010).

Sin embargo, las microcuencas hídricas de la RNEM han tenido un acelerado deterioro y destrucción durante las últimas décadas, como consecuencia del explosivo incremento de la población humana y del desarrollo urbano, agropecuario e industrial que se ha dado en esta región, a costa de los ecosistemas naturales, lo que ha ocasionado una gran demanda e incorrecto manejo del recurso hídrico. Entre otras causas posibles, esto ha sido consecuencia directa de la falta de planificación, gestión y manejo sustentable del agua, del territorio y de los recursos naturales, por parte de las instituciones públicas responsables (Batllori 2004, Jaramillo 2010).

Para contribuir a detener y revertir esta problemática, García-Barrios y colaboradores (2008) proponen que se debe desarrollar un amplio proceso de estudio y gestión para la valoración social y protección del patrimonio natural y cultural de los apantles y las barrancas de la RNEM, a través de la formación de una red de participación y coordinación de organizaciones y personas, que derive en un convenio intersectorial para la protección y restauración de este patrimonio. Este proceso busca, además, generar alternativas de manejo que contrarresten la degradación ambiental que enfrentan los bosques y barrancas de dicha región. Entre estas alternativas se encuentran, la planificación y gestión integral de las microcuencas hidrológicas,

basadas en la ejecución y aplicación del ordenamiento ecológico territorial y el establecimiento y manejo de áreas naturales protegidas. Estos son instrumentos estratégicos de colaboración intersectorial que deben ser impulsados para lograr la conservación y uso sostenible de los ecosistemas, del agua y del territorio en la RNEM (García-Barrios *et al.* 2008).

Uno de los retos más importantes será el de promover el desarrollo de instituciones ciudadanas con la mayor autonomía posible, encargadas de la gestión del ambiente y los recursos naturales en Morelos y en Cuernavaca particularmente, que garanticen la capacidad técnica-científica, la participación ciudadana y la continuidad de programas y proyectos en el mediano y largo plazos (García-Barrios *et al.* 2008, 2015).

Justificación

Debido a la crítica situación socioambiental que se viene presentando en la RNEM; desarrollo urbano desordenado, contaminación del agua y el suelo, y deterioro y destrucción de la biodiversidad; es necesario, por un lado, identificar las causas que han promovido esta situación, y por el otro, impulsar acciones estratégicas que contribuyan a disminuir y revertir estos efectos.

Se considera que la planificación y gestión del manejo integral de cuencas hidrográficas (MICH) constituye el contexto idóneo, la unidad territorial básica, para la planificación, manejo y gestión de los recursos naturales, ya que permite la gestión equilibrada de los recursos naturales y la integración de los actores involucrados en una sola problemática, en lugar de atender varios problemas sectoriales dispersos, lo cual implica la coordinación y cooperación entre actores y también entre diversas entidades administrativas (Cotler y Caire 2009).

Existe aún controversia sobre el enfoque geográfico o sobre la dimensión de la unidad de gestión que debe ser aplicada para lograr un manejo adecuado de los recursos naturales, el cual involucre las interacciones entre los sistemas de flujos subterráneos-superficiales-ecosistemas-procesos productivos, y sociedad. Últimamente se ha avanzado en aplicar, al menos, un enfoque de cuencas hidrográficas que involucra, la porción superficial de la cuenca, el cual también tiene muchas limitantes debido a que solo considera los sistemas de flujos superficiales sin tener en cuenta las interacciones con los sistemas de flujos (locales, intermedios, y regionales) del agua

subterránea. Sin perder de vista que para poder tener un enfoque completo del sistema funcional (físico, biológico, socioeconómico), la unidad de análisis debería ser la de unidades hidrogeológicas. En este estudio nos focalizamos en trabajar con una unidad de gestión de microcuenca hidrológica, ya que representa la unidad de gestión del componente social que permite entender la evolución en el uso del territorio y que permite una gestión de participación intersectorial idónea para el contexto socio ambiental de la RNEM.

El enfoque geográfico y funcional por microcuenca hidrológica nos permite entender la evolución del componente histórico del uso del territorio y de los recursos naturales por el ser humano. En el mismo sentido, las microcuencas, como área de planificación y acción permiten planificar de forma integral las acciones de recuperación y conservación de los recursos naturales y el adecuado aprovechamiento social de los mismos (Bassi, 2007). Lo anterior, en términos de gestión, permite incluir simultáneamente aspectos económicos, sociales y ambientales (UICN, 2009).

En términos hidrológicos, podría decirse que es conveniente que la planeación inicie a nivel de la cuenca, para después definir las subcuencas y microcuencas prioritarias en las que se deberán realizar las acciones necesarias correspondientes. Esto nos lleva directamente al tema subyacente de ligar el problema con el nivel jerárquico de cuenca adecuado. Es decir que toda intervención local debe considerarse en el contexto de la situación general de la cuenca y se debe elaborar una metodología de planificación que considere varios niveles: cuenca, subcuenca y microcuenca (FAO 2007b).

El tamaño de la cuenca también tiene una repercusión social y organizacional, ya que, a mayor tamaño de la cuenca, los actores involucrados serán más variados y numerosos, lo cual puede alargar el proceso de negociación y consenso necesarios para la aprobación del plan de acción de ese territorio (Ocampo Molina *et al.* 2019). Teniendo esto en mente, será necesario establecer un equilibrio entre la eficiencia de las acciones sobre la dinámica de la cuenca y la facilidad de negociación de los actores. El mejor desempeño entre ambos componentes ocurre muchas veces a escalas disímiles; así, mientras la participación social tiende a ser mayor a niveles de subcuencas o microcuencas, el efecto acumulado de las actividades humanas será más perceptible y adquirirá mayor relevancia en el análisis a nivel de cuenca principal (FAO 2007).

Esta alternativa de utilizar el manejo integral de las microcuencas, para contribuir con el desarrollo sostenible, tiene su base en las posibilidades más directas que se definen en los espacios de las microcuencas (World Vision, 2000).

Cotler y Pineda (2008) y Cotler y Caire (2009), establecen que el tamaño y la jerarquía de las unidades hidrográficas (cuenca, subcuenca y microcuenca) son determinantes en la gestión y deben considerarse desde la planeación hasta la implementación de las acciones. Resulta imprescindible definir las áreas prioritarias o zonas de trabajo en donde se realizan aquellas actividades que están generando las principales externalidades negativas. A nivel de microcuenca se identifican las causas de externalidades y los usuarios involucrados, intereses locales, las compensaciones necesarias; y hay una participación más activa y eficiente de la población. Hay atención a problemas locales relacionados con calidad ambiental, aprovechamiento de recursos naturales y mejoramiento de calidad de vida.

Existen diversos ejemplos exitosos que aplican este enfoque en México y en otros países (UAEM-UNICEDES 1999, Cotler *et al.* 2009, Cotler y Caire 2009, Guzmán 2010, Sguerra *et al.* 2011, Merlinsky 2013, Lasso Otaña 2014, FMCN 2014). Por otro lado, existen diversas características biofísicas y socioeconómicas en la RNEM, que sustentan la pertinencia y gestión de un enfoque y escala a nivel de microcuenca con participación comunitaria. Las ventajas en la aplicación de este enfoque para la planificación y el manejo del territorio y el aprovechamiento de los recursos naturales pueden resumirse de la siguiente forma:

- La problemática social por enfrentar puede ser más homogénea. Permite tener una visión integral y con límites naturales de los problemas, sus causas, sus efectos, las interacciones entre ellos y las alternativas para su solución.
- Se facilita la comprensión de la problemática, y la identificación de las necesidades sentidas y se agiliza cómo resolverlas.
- Se manejan mejor los conflictos y se definen prioridades de solución en forma armoniosa y clara.
- El área de trabajo es más pequeña y por lo tanto la necesidad de recursos es menor, y la administración es mucho más sencilla.
- Se facilita la participación de los actores, y las experiencias se comparten más rápidamente; la gente se conoce entre sí.

- El interés común de los actores es mucho más homogéneo que en una gran cuenca. A nivel de microcuenca se puede lograr una participación más directa e inmediata, por el interés común en este nivel de espacio.
- Es posible brindar una mejor explicación a los usuarios de los servicios ambientales de una microcuenca, a la vez que existe una mejor interacción y fluidez en la información compartida.
- Se logran obtener objetivos comunes como: regular el sistema hídrico, controlar inundaciones, procesos de erosión y contaminación y, por lo tanto, mejorar la calidad del agua y organizar de manera más eficiente su disponibilidad.
- La coordinación entre entidades es más inmediata. Hay colaboración de las instancias gubernamentales, de OSC, y del sector privado en todo el proceso, debido a que los resultados se perciben de manera más directa y organizada.
- Se discuten acuerdos conjuntos entre los diferentes sectores y se llega más fácilmente a la concertación de dichos acuerdos.
- Se establecen y observan los planes o programas integrales y su seguimiento es más factible.
- Debido a que los orígenes de los problemas pueden ser detectados más fácilmente, hay mayor control y posibilidad de usar instrumentos legales para obligar a actuar a la autoridad, cuando esta no está cumpliendo con sus funciones en materia ambiental y de regulación de uso del territorio, la biodiversidad y el agua.
- Hay mayor facilidad para la evaluación y continuidad de las acciones a mediano y largo plazo, y la posibilidad de trascender y mandar ante los cambios de las administraciones públicas.
- Debido a la colaboración conjunta y capacitación, y como resultado directo o indirecto de la aplicación de los planes o programas, se mejoran los indicadores ambientales y sociales a través del tiempo.
- Se logran completar los objetivos comunes, la conservación y recuperación de los sistemas de flujos de agua, como también de diversos ecosistemas y de los servicios ecosistémicos.

Otro enfoque que se consideró para la presente investigación es el de la ecología histórica, la cual es una línea de investigación que se centra en la interacción entre los seres humanos y el ambiente en el que viven, estudiando el pasado de las comunidades humanas y la manera como han afectado y como perciben su medio, lo cual es esencial para comprender la problemática

ambiental actual. La ecología histórica puede ser definida como el estudio de los procesos de transformación de los ecosistemas del pasado, detallando el proceso de modificación del paisaje a lo largo del tiempo (Crumley 1994). En lugar de centrarse en un evento específico, la ecología histórica tiene como objetivo estudiar y comprender esta interacción en el espacio y el tiempo, con el fin de obtener una comprensión completa de sus efectos acumulativos. A través de esta interacción, los seres humanos dan forma al ambiente y continuamente contribuyen a la transformación del paisaje (Balée 1998).

La historia del hombre y su interacción con el ambiente en la región de estudio propuesta es extensa; data desde la época prehispánica. Históricamente el espacio físico de la RNEM ha tenido cinco características principales de uso del agua, la tierra y la biodiversidad por parte de los diferentes grupos humanos que ahí han existido:

1.- Durante el México prehispánico, la parte sur estuvo cubierta por bosques y selvas, de la que se aprovechaban diversas especies de flora y fauna silvestre para diversos usos, y se dio el desarrollo de la agricultura para el cultivo de algodón, maíz, chile y jitomate, frijol, chía y huautli.

2.- En la Colonia, el México independiente y postrevolucionario, las partes bajas y planas se dedicaron al cultivo de la caña de azúcar y arroz, por medio de riego. Además, de la instalación pequeñas o grandes empresas dedicadas a la elaboración de azúcar.

3.- Para la primera mitad del siglo XX se dejó atrás la siembra masiva de caña y se regresó al maíz, se introdujo el arroz y con el tiempo las flores.

4.- A partir de las décadas de los 50s a 70s, las tierras fértiles dieron un giro en la producción para dar paso a la siembra de jitomate, cebolla y en general de hortalizas que demandaba la ciudad de México. Asimismo, se inició un viverismo que utilizó las parcelas que habían dejado de producir la caña. Otras parcelas fueron utilizadas para la siembra de pasto, grandes jardines para eventos y a los huertos familiares; y se empezaron a vender las tierras para instalación de fincas residenciales y hoteles.

5.- De la década de los 80s a la actualidad se inició la instalación de pequeños o grandes complejos habitacionales que tienen un impacto importante sobre el entorno natural, así como el cultivo de importantes cantidades de flores, tanto en viveros como a cielo abierto.

Consideramos prioritario generar una revisión histórica que nos permita entender la evolución del componente ambiental, así como el uso histórico del territorio y de los recursos

naturales por el hombre en esta región (Eufrazio-Torres et al. 2016). Asimismo, y en base a este conocimiento, poder generar iniciativas de manejo de las microcuencas que promuevan la participación intersectorial en la planificación y gestión de estos programas, y que además tomen como base el conocimiento y las experiencias que se han tenido en otros países, en México y en Morelos en este tema.

Para este estudio se seleccionaron dos microcuencas, Chalchihupan y El Pantano, que presentan muchas de las problemáticas que también existen en otras microcuencas de la RNEM, pero que contrastan en cuanto a: i. su ubicación y función en la cuenca hidrológica, representando Chalchihupan una zona de recarga y El Pantano, una de descarga hídrica; ii. sus características de conservación de ecosistemas; y iii. los instrumentos que regulan el uso del territorio, sus aspectos socioeconómicos, su desarrollo urbano y de historias del uso del suelo. Debido a esta situación, estas microcuencas representan un excelente ejemplo para indagar e intentar entender las causas que han llevado al deterioro de sus recursos naturales. La hipótesis que se plantea es que las fallas de conocimiento y valoración, tanto de las comunidades como del gobierno, sobre la importancia y el funcionamiento de los socio-ecosistemas de estas microcuencas hidrológicas, aunadas a las intensas presiones del crecimiento poblacional y la urbanización no planificada, han resultado en una incapacidad general para poder tomar decisiones adecuadas y realizar acciones sustentadas de manejo integral del territorio y los recursos naturales.

Nuestra investigación tiene el propósito de contribuir, además, a atender y proponer soluciones a algunas de las fallas de valoración y conocimiento acerca de las microcuencas identificadas, mediante estrategias integrales y eficientes de uso y manejo intersectorial de los recursos naturales en general y del agua en particular. Con base en lo antes expuesto, esta iniciativa de investigación pretende cumplir con los objetivos siguientes:

OBJETIVOS

El objetivo general de este proyecto es explorar y entender la evolución histórica de los socio-ecosistemas, del uso del territorio y de los recursos naturales, en dos microcuencas ubicadas en la RNEM, y en base a este conocimiento, poder explicar los patrones de uso y gestión del agua, la biodiversidad y del territorio, y sustentar propuestas de planificación y manejo integral intersectorial de estas microcuencas y de la RNEM.

Objetivos particulares:

1. Analizar las experiencias de manejo y gestión de microcuencas hidrológicas en otros países, en México y en Morelos.
2. Investigar la evolución histórica de los socio-ecosistemas de las dos microcuencas en su contexto regional.
3. Estudiar la formación de externalidades y el impacto de los cambios en los patrones de desarrollo (local y regional) en el ambiente biofísico.
4. Investigar el funcionamiento actual del sistema territorio-agua-biodiversidad de las dos microcuencas y de la RNEM
5. Analizar y evaluar la efectividad de las estrategias de gestión pública y ciudadana del sistema, sobre todo las encaminadas a la sustentabilidad
6. Proponer alternativas de manejo integral comunitario de las microcuencas bajo estudio y de la RNEM.

BIBLIOGRAFÍA:

Balée, W. (Ed). 1998. *Advances in Historical Ecology*. Colombia University, New York.

Bassi, L. 2007. Guía metodológica para el manejo participativo de microcuencas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Guatemala, Guatemala

Batllore, G., A., 2003, Las Barrancas de Morelos, enfoque educativo para un cambio de comportamiento de los moradores: Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Universidad Nacional Autónoma de México, 2003.

Aguilar-Benítez, S. 1998. Ecología del Estado de Morelos. Un enfoque geográfico. Editorial praxis. 469 p.

Cotler, H. y Pineda, R. 2008. Manejo Integral de Cuencas en México, ¿Hacia dónde vamos? Boletín del Archivo Histórico del Agua, 39: 16-21.

Cotler, H., Caire, G. 2009. Lecciones aprendidas del manejo de cuencas en México. INE. 380 p.

Cotler, H., Blasco, C., Hernández, R., González, I., Herrerías, G., Illsley, C., Pineda, R. y T. Román. 2009b. Algunos factores de éxito para el manejo integral de cuencas en México. WWF y Fundación Gonzalo Río Arronte IAP.

Cotler, H. (Coordinadora) 2010. Las Cuencas Hidrográficas de México. Diagnóstico y Priorización. 231 p.

Cotler, H. 2015. Incidencia del enfoque de cuencas en las Políticas públicas de México. En Burgos, A., Bocco, G., Sosa Ramírez, J. (Coordinadores) (2015), *Dimensiones sociales en el manejo de cuencas*, UNAM/CIGA, 308 pp. Disponible para libre descarga en: www.ciga.unam.mx/publicaciones/

Crumley, C. (Ed). 1994. *Historical Ecology*. School of American Research, Santa Fe.

Eufracio-Torres, A.E., Wehncke, E.V., López-Medellín, X., Maldonado-Almanza, B. **2016**. Fifty years of environmental changes of the Amacuzac riparian ecosystem: a social perceptions and historical ecology approach. *Ethnobiology and Conservation*, 5:8 (22 November 2016), 1-35, doi:10.15451/ec2016115.8135.

FAO, 2007. La nueva generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas. FAO, Roma, 139 pp.

FMCN 2014. Programa Cuencas y Ciudades. Manejo integral de cuencas a través de la participación social y la visión de largo plazo. FGRA. México. 25 p.

García-Barrios, R. Torres-Gómez, G. Jaramillo, F. 2008. Las Barrancas de Cuernavaca. CRIM-UNAM. 14 p.
http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgipea/pon_barranca_cuernavaca.pdf

García-Barrios, R. et al. 2015. La necesidad de autonomía de la política ambiental y el Instituto Morelense de Planificación Estratégica Ambiental. En: Perspectivas del Ordenamiento territorial ecológico en América y Europa. Sorani, V. Alquicira M.L. (editores). ISLPEP. pp:17-52.

Guzmán, M.A.A. 2010. Participación comunitaria y prácticas alternativas, hacia el manejo integral de cuencas, el caso de los Altos centrales de Morelos. UAEM, Juventud y Familia, A.C. Plaza y Valdez Editores. 241 p.

Jaramillo, F. 2010. La situación de las barrancas de Cuernavaca. En: El arte de Conservar, Las Barrancas del Estado de Morelos. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT. Pp:16-37

Lasso Otaya, H.H. 2014. Historia ambiental del río Machángara en Quito del siglo XX. Tesis de Maestría. Flacso, Ecuador. 120p.

Merlinsky, G. 2013. Política, derechos y justicia ambiental. El Conflicto del Riachuelo. FCE. Argentina. 277 p.

Ocampo Molina, L., López-Medellín, X., Maldonado-Almanza, B., Wehncke, E.V. **2019**. Diferencias sociales y de conocimiento en niños de educación básica en comunidades del río Amacuzac, Morelos. **Región y sociedad**, vol. 31, 2019, en prensa.

Pohle, O. 2006. Caracterización física del pueblo de San Antón y áreas Adyacentes, CRIM-UNAM.

Sguerra, S., P. Bejarano., O. Rodríguez, J. Blanco, O. Jaramillo, G. Sanclemente. 2011. "Corredor de Conservación Chingaza – Sumapaz – Guerrero. Resultados del Diseño y Lineamientos de Acción". Conservación Internacional Colombia y Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ESP. Bogotá, Colombia.184 pp.

UAEM-UNICEDES, 1999. Perspectivas para el Desarrollo Social en la microcuenca del Río Apatlaco. 460 p.

UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), 2009. Guía para la Elaboración de Planes de Manejo de Microcuencas. Basada en la sistematización de la experiencia del Proyecto Tacaná, desarrollada en San Marcos, Guatemala.

Urbina-Torres, F., Mejía-Mojica, H. y Guzmán-Ramírez, N.B. 2013. Estudio Técnico Justificativo para la propuesta de Área Natural Protegida Barrancas Urbanas de Cuernavaca. CIB-UAEM, Secretaria de Desarrollo Sustentable, GEM.

World Vision. 2000. Manual de manejo de cuencas. Visión Mundial Canadá. 107 p.

CAPITULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS SOBRE PLANIFICACIÓN, MANEJO Y GESTIÓN INTEGRAL DE MICROCUENCAS HIDROLÓGICAS

INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se presentan la revisión y el análisis de las teorías y propuestas desarrolladas en relación con la ecología histórica y la planificación y manejo integral de microcuencas hidrológicas (MICH), así como de la identificación de los diferentes alcances o disciplinas involucradas.

Se realizó una revisión de libros, artículos publicados, tanto en bibliotecas, en internet, bases de datos etc. vinculados con el enfoque de ecología histórica y el MICH. A partir del análisis de la información que se recopiló, se definieron cuáles son los fundamentos teóricos (epistemológicos, sociológicos, de legislación, de políticas públicas, etc.), y se establecieron las bases teóricas de las prácticas de las políticas públicas que justifican las propuestas del MICH, y como han evolucionado estos enfoques en el tiempo. Asimismo, se identificaron los procedimientos utilizados, sus repercusiones en las decisiones de manejo, los aciertos y los desaciertos, los huecos u omisiones, y con base en ello, poder determinar las metas hacia un manejo integrado comunitario de microcuencas hidrológicas en México y en Morelos.

EL ENFOQUE DE LA ECOLOGÍA HISTÓRICA

La ecología histórica es una línea de investigación que se centra en la interacción entre los seres humanos y el ambiente en el que viven. En lugar de centrarse en un evento específico, la ecología histórica tiene como objetivo estudiar y comprender esta interacción en el espacio y el tiempo, con el fin de obtener una comprensión completa de los efectos acumulativos. A través de esta interacción, los seres humanos dan forma al ambiente y continuamente contribuyen a la transformación del paisaje (William Balée 1998).

Simultáneamente la ecología histórica puede ser definida como el estudio de los procesos de transformación de los ecosistemas del pasado, detallando el proceso de transformación del paisaje a lo largo del tiempo (Crumley 1993). Entre las principales disciplinas formadoras de la ecología histórica están la antropología para explicar los procesos de cambio espacial y temporal del hombre en los paisajes. La arqueología también aporta destacadamente, por su abordaje multidisciplinar de las ciencias naturales (biología, geografía, geología), y de las ciencias sociales (antropología, historia, lingüística) (Crumley 1993).

La humanidad no es homogénea, y debido a eso, su impacto no será igual. Los seres humanos son conocidos por aumentar y disminuir la biodiversidad del paisaje con el tiempo. Los impactos humanos sobre el paisaje son variados, y la gente y el paisaje se pueden estudiar de manera integral. El paisaje es una evidencia visual de la interacción entre la cultura y el ambiente. No es posible entender a las sociedades sin conocer de manera integral el escenario en que se han estructurado y desarrollado (López y Ospina 2008).

La ecología histórica, cruza transversalmente ciencias de la tierra con las disciplinas históricas y socio-antropológicas, identificando y valorando orígenes, transformaciones, procesos, prácticas, tecnologías, así como manifestaciones propias o híbridas, de las culturas que nos han antecedido en el mismo territorio. La perspectiva histórica es de larga duración y permite entender distintos aspectos de la coevolución humana con su entorno, a partir de modificaciones e impactos naturales y culturales visibles en el paisaje -en distintas escalas espaciotemporales.

Ecología Histórica e Historia Ambiental

Se hace compleja la creciente dimensión de subdisciplinas híbridas, particularmente en el escenario de lo ambiental. ¿Cómo diferenciar entonces los ámbitos de actuación de la ecología histórica y la historia ambiental? Se considera que, aunque pueda existir un marco teórico e intereses compartidos, se destacan alcances y metodologías particulares, que delimitan áreas de actuación. La Ecología Histórica se interesa por escalas espaciotemporales muy amplias que requieren de acercamientos y bases de datos provenientes de las ciencias la tierra y las ciencias naturales, casi siempre como única fuente de información, para explicar los orígenes y desarrollo de distintas culturas y sus relaciones con el entorno (Butzer 1989).

Por otra parte, el ámbito de la Historia Ambiental está vinculado con escalas temporales más “recientes”, lo que marca importantes diferencias en cuanto a la consecución, contrastación e implicación de sus datos y análisis, la mayoría provenientes de documentos escritos (Flórez 2001, Flórez y Millán 2002, López y Cano 2004, López *et al.* 2006, Palacio y Ulloa 2002).

La historia ambiental es el estudio que los impactos de las actividades humanas han tenido en su medio a través del tiempo, es decir revisa la historia de la relación que ha existido entre la sociedad y la naturaleza en un determinado espacio (González de Molina y Toledo 2011). La historia ambiental es definida como “las relaciones entre la sociedad humana y el resto de la naturaleza” (McNeill 2005:13). La Historia Ambiental se ocupa de las interacciones entre las sociedades humanas y el mundo natural, y de las consecuencias de esas interacciones para ambas partes a lo largo del tiempo. Nuestros problemas ambientales de hoy tienen su origen en nuestras intervenciones en los ecosistemas de ayer.

La historia ambiental organiza sus estudios en tres planos de relación: el biogeofísico, el socio-tecnológico y el político-cultural, donde maduran los valores y las normas que llevan a reproducir o transformar nuestras formas de relación social, y, finalmente las que desde nuestra sociedad ejercemos con el mundo natural (Castro 2005, McNeill 2005).

Haciendo Interdisciplina entre la historia ambiental y la ecología histórica

Siguiendo los planteamientos teóricos y metodológicos planteados por Flórez 2001 y Flórez y Millán 2002 –entre otros-, es posible proyectar sus consideraciones sobre la historia ambiental y la consolidación de espacios transdisciplinares, aplicándolas al campo de la Ecología Histórica, destacando las siguientes características propias y algunos aportes significativos:

1. Existe un interés en la historia en sentido amplio, no relacionada únicamente con documentos escritos o “procesos recientes”, sino con la presencia y actividades humanas en todas las épocas. En esa dirección se pueden considerar escalas temporales que incluyen a nivel global desde el proceso de hominización (alrededor de 5 millones de años), contrastadas con otras escalas, las cuales a nivel local consideran temporalidades milenarias (alrededor de 20.000 años para el poblamiento de América), siempre reconociendo los orígenes de la gran antigüedad humana en cada región.

2. Interesa identificar cambios paisajísticos y culturales significativos. Por ejemplo, los eventos catastróficos o desastres naturales se hacen visibles en la formación/transformación de paisajes. En otra dimensión, las implicaciones de la producción de alimentos y los cambios paulatinos en los hábitos alimenticios, o transformaciones sociopolíticas pueden también ser observables en el registro arqueológico (prehispánico e histórico) y paleo ecológico.

3. Las preguntas y los datos relacionados con los cambios ambientales (climáticos, fisiográficos, paisajísticos, vegetacionales, faunísticos y culturales) cobran mayor sentido en el discurso y acción ambiental, en cuanto puedan traspasar el ámbito de sus propias e inmediatas disciplinas y se integren interdisciplinariamente o transdisciplinariamente a los nuevos espacios colectivos ambientales, pudiendo ser usados en la construcción o deconstrucción de pensamiento y en los distintos procesos políticos, como los de ordenamiento territorial y opciones de desarrollo alternativo (Flórez 2001, Flórez y Millán 2002, López 2004b, López y Cano 2004, López *et al.* 2006).

En este sentido, los estudios académicos y aplicados de las ciencias sociales y humanas, en particular de la historia y la antropología, han jugado un papel fundamental en este proceso y ofrecen significativas herramientas conceptuales y metodológicas para abordar las nuevas y distintas formas de comprender la vida, así como los complejos procesos e interrelaciones entre la naturaleza y la cultura, incluyendo enfoques como los estudios del patrimonio, del paisaje y del territorio (Bolívar 1999, Butzer 1989, Crumley 2001, Etter 1991, Flórez 2001, Gnecco 2000, Palacio y Ulloa 2002).

El cambio ambiental es considerado como uno de los grandes problemas que enfrenta la comunidad global contemporánea: el cambio climático o mejor dicho el calentamiento global antropogénico, los procesos de desglaciación, el aumento del nivel de los océanos, la deforestación, la extinción de especies, los cambios acelerados en el uso del suelo, las poblaciones en riesgo de desastres y la transformación a gran escala del planeta, como resultado de intervenciones humanas, son sólo algunos tópicos comunes en torno a la idea de la fragilidad ecosistémica global o de la biosfera, en la que “todo tiene que ver con todo”.

En este sentido son oportunos los enfoques de discusión y análisis enmarcados contemporáneamente en los ámbitos de la *Ecología Histórica*, la *Historia Ambiental* y de la *Arqueología del Paisaje*, pues consideran la interacción entre sociedad y ambiente, desde distintas escalas de análisis espaciotemporales, vinculando, tanto al pasado arqueológico e histórico, como al presente etnográfico, hacia el entendimiento y toma de decisiones sobre problemas socioculturales y ambientales actuales. En pocas palabras como planteó Crumley en 1994, la *Ecología Histórica* “traza los lineamientos para entender las relaciones dialécticas que existen entre los actos humanos y los actos de la naturaleza que quedan manifiestos en el paisaje” (López y Ospina 2008).

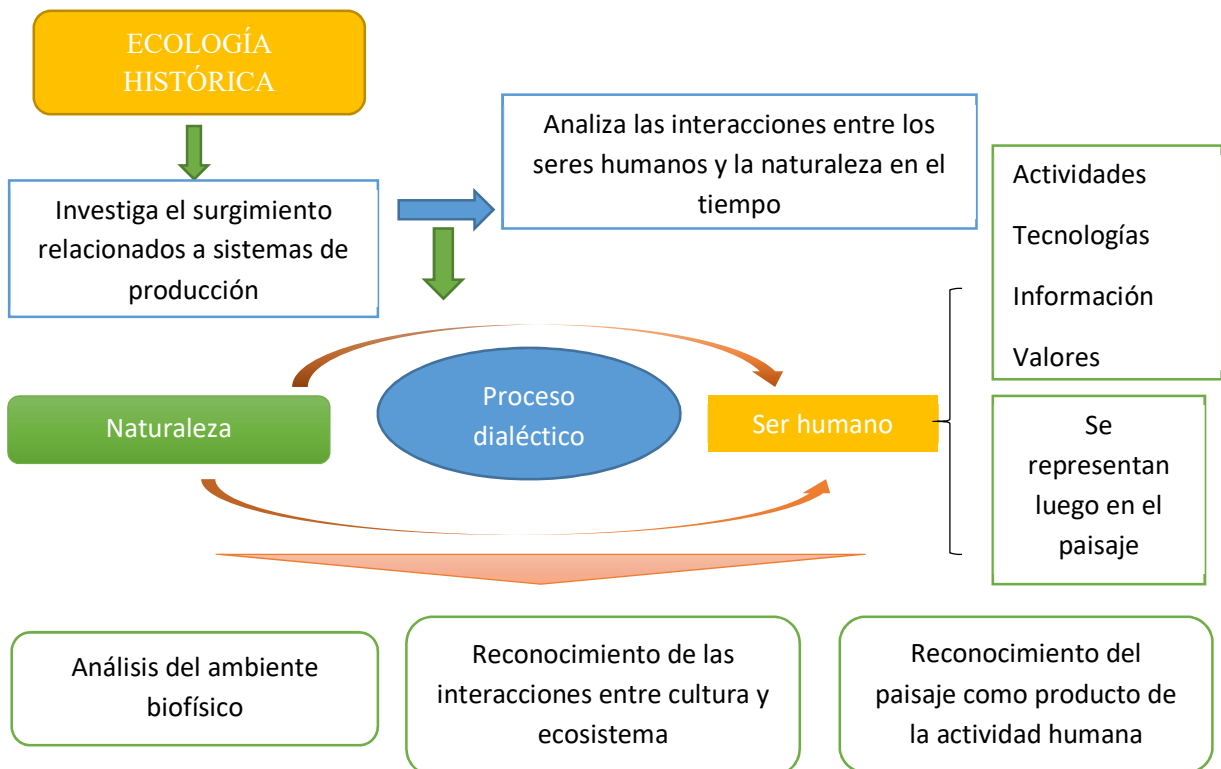
Capítulo I.- Fundamentos teóricos sobre MICH

La información y reflexión sobre el pasado y sobre los impactos históricos deben convertirse en conocimiento, basado en “hechos científicos” y experiencias (hechos e interpretaciones) humanas, que permitan sustentar en el presente la toma de decisiones políticas en temas como el ordenamiento territorial, y el uso de los recursos.

¿Qué es natural o cultural en las dinámicas de cambio y transformación actuales de los ecosistemas? Allí surgen ahora nuestras implicaciones en temas sobre nuestra responsabilidad como especie en el tema del cambio ambiental global, los procesos de extinción y la sostenibilidad misma del modelo adoptado como “estilo de vida” por una parte sustancial de la humanidad, basado en una economía de mercado, a medida que se reducen los recursos disponibles para soportar el crecimiento de la población (Ospina 2008)

La ecología histórica analiza las formas que han adquirido las interacciones entre la naturaleza y el hombre. La relación entre lo humano y la naturaleza es dialéctica, ya que, al modificar la naturaleza, la sociedad se modifica ella misma. Hay una relación de mutualismo entre ambos, el hombre depende de la naturaleza y existen vínculos de reciprocidad para la supervivencia de ambos. La categoría del paisaje es de vital importancia en los estudios de ecología histórica para entender las relaciones de la sociedad y la naturaleza (Cárdenas Tamara 2002).

Fuente: modificado de López Cataño 2008



Desde la perspectiva de la ecología histórica, una aproximación a los paisajes se puede entender sobre la base de dos premisas básicas (Feinmann 1999: 684-685):

- 1.- Análisis del ambiente físico usando técnicas de las ciencias naturales, pero con preguntas sociales de tipo científico que guíen la investigación
- 2.- El reconocimiento de que las interacciones cultura-ecosistema son históricamente contingentes, dinámicas y están modeladas por distintas percepciones culturales.

La búsqueda de datos directos, en gran medida sobre el terreno, pero también en los archivos, relativos a “como un lugar se ha convertido en lo que es hoy” constituye la metodología de la ecología histórica. La búsqueda de estas pruebas directas se plantea como una alternativa al procedimiento de disciplinas ecológicas estructuralistas de “inferir este proceso de observación de la naturaleza de las comunidades animales y vegetales que encontramos hoy en el lugar” (Moreno y Poggi 1996).

Una de las definiciones de ecología histórica es la que procura explicar las características de los ecosistemas y paisajes a partir de los legados históricos de las actividades humanas (Russel 1997). Oliveyra (2005) explica que la ecología histórica realiza su análisis fundamentado en dos áreas distintas: una por la evolución de los ecosistemas basado en la reconstrucción de los paleo-ambientes o floras fósiles; y la otra basada en la antropología ecológica, a través del estudio de los componentes ecológicos, por medio de los componentes humanos como la economía, religión y cultura y sus repercusiones con la naturaleza.

Hay dos líneas de la ecología histórica: Una en la que las fuentes históricas son las provenientes de aspectos naturales como los estudios de dendrología, sedimentología, etc. y la otra de documentos históricos como relatos de usos del pasado, fotografías aéreas antiguas, etc. Una perspectiva más ecológica es que los documentos históricos son utilizados para determinar el alcance o variabilidad de los procesos ecológicos durante los tiempos en que los ecosistemas estuvieron menos afectados por la influencia del hombre. Esa línea se denomina ecología histórica aplicada (Swetman *et al.* 1997).

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL MICH

El concepto de cuenca

El geógrafo francés Philippe Buache propuso originalmente el concepto de cuenca en el año 1752 ante la Academia de Ciencias francesa, para dividir el mundo en cuencas hidrográficas (Viqueira 2001). En la actualidad, la clasificación de ríos y sus áreas de drenaje traducida o entendida como cuencas hidrográficas no difiere mucho de lo planteado por Buache. Se denomina “cuenca hidrográfica” a toda aquella superficie de terreno cuyas corrientes superficiales de agua drenan de manera natural hacia una corriente principal (río) y ésta puede o no drenar directamente al mar (García y Kauffer 2011).

“La cuenca es una construcción social basada en una interpretación de un espacio geográfico que incluye las dimensiones social, histórica, ecológica e hidrográfica”. Conocer lo que existe dentro de este espacio geográfico nos sirve para llevar a cabo y profundizar la investigación científica de diferentes disciplinas y de manera funcional, hacer planificación, administración y ejecución de políticas públicas o decisiones tomadas desde el Estado y acciones desde la sociedad civil. La cuenca como espacio socio-eco-

hidrográfico, visto a través del tiempo, es un elemento que vincula –en tiempo y espacio– la sociedad, el ambiente, la cultura y la historia (García y Kauffer 2011).

Esa vinculación en el transcurso del tiempo construye una estructura propia, la cual va generando una especificidad de la sociedad y la cultura en un espacio y tiempo definido. La cuenca como territorio socio-eco-hidrográfico es el almacén de una historia que se manifiesta cotidianamente mediante símbolos de identidad que recuperan y dan cohesión a las vivencias compartidas de un grupo social para el acceso y uso de los recursos naturales, donde el agua es el elemento unificador. La dimensión histórica de una cuenca se va construyendo paulatinamente a través de cambios apoyados en procesos de continuidad y discontinuidad del tejido histórico y social en torno del territorio de la cuenca y sus recursos (García y Kauffer 2011).

No existe ningún punto de la tierra que no pertenezca a una cuenca hidrográfica (World Vision 2000). Las cuencas constituyen territorios delimitados por un parteaguas donde se concentran todos los escurrimientos (arroyos, ríos) que confluyen y desembocan en un punto común, como un lago o se infiltran al subsuelo (cuenca endorreica), o el mar (cuenca exorreica). Las cuencas permiten entender espacialmente el ciclo hidrológico y los servicios ecosistémicos que provee (Cotler 2015). Cabe señalar que estos servicios sólo se mantienen cuando la interacción entre los procesos naturales y sociales reflejan un manejo integral de los territorios con visión de cuenca (Redacción/agua.org 2018). Las cuencas hidrográficas representan así, divisiones naturales del paisaje y para muchos propósitos constituyen el contexto idóneo para la planificación y gestión de los recursos naturales (Cotler *et al.* 2010).

El sistema de la cuenca hidrográfica está integrado por una interrelación e interdependencia espacial y temporal entre los subsistemas: Biológico, Físico, Económico y Social (SEMARNAT 2013).

La cuenca hidrográfica puede dividirse en espacios definidos por la relación entre el drenaje superficial y la importancia o jerarquía que tiene con el curso principal. El trazo de la red hídrica es fundamental para delimitar los espacios en que se puede dividir la **cuenca**. A un curso principal llega un afluente secundario, este comprende una **subcuenca**. Luego al curso principal de una subcuenca, llega un afluente terciario, este comprende una **microcuenca**, además están las quebradas o barrancas que son cauces menores (recursos naturales, ganadería, industria; servicios, caminos, carreteras, energía, asentamientos y ciudades) (World Vision 2000).

En función de la dinámica hidrológica se pueden reconocer tres zonas funcionales distintas al interior de una cuenca (Garrido *et al.* 2010): 1.- La zona de captación, de cabecera o cuenca alta. 2. La zona de almacenamiento, de transición o cuenca media. 3. La zona de descarga, de emisión o cuenca baja.

Cuenca hidrográfica y cuenca hidrológica.- El territorio de cualquier superficie del planeta está ordenado o seccionado por cuencas hidrográficas. La cuenca hidrográfica es el área que recibe el agua que va hacia el río. La cuenca hidrológica es más integral que la de cuenca hidrográfica. Las cuencas hidrológicas son unidades morfológicas integrales y además de incluir todo el concepto de cuenca hidrográfica, abarcan en su contenido, toda la estructura hidrogeológica subterránea del acuífero como un todo (<http://es.slideshare.net/jonadark/diferencia-entre-cuenca-hidrogrfica-y-cuenca-hidrolgica>). Cuenca hidrológica es la unidad del territorio, normalmente delimitada por un parteaguas o

divisoria de las aguas, en donde ocurre el agua en distintas formas y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal. (<http://www.inecc.gob.mx/dgioece/glosario.html>).

La cuenca hidrológica comprende las aguas superficiales y las del subsuelo y es la base para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, (GIRH) que hoy en día constituye la base de la denominada Política Hídrica Nacional, donde la cuenca se ha considerado de interés público (Domínguez y Carrillo 2007).

En el territorio los flujos de agua superficial y subterránea no siempre tienen los mismos límites, ya que responden a dinámicas hidrológicas que son espacial y temporalmente distintas. Estos dos tipos de flujo (superficial y subterráneo) tienen una relación estrecha y es necesario comprender y estudiar su dinámica de manera interrelacionada.

Las cuencas hidrológicas permiten entender espacialmente el ciclo hidrológico, así como cuantificar e identificar los impactos acumulados de las actividades humanas o externalidades* (sedimentos, contaminantes y nutrientes) a lo largo del sistema de corrientes o red hidrográfica, que afectan positiva o negativamente la calidad y cantidad del agua, la capacidad de adaptación de los ecosistemas y la calidad de vida de sus habitantes (Cotler 2015).

La FAO (2007), propone que la ecología de casi todas las cuencas está determinada en gran medida por la presencia humana. Los factores de la ecología humana de las cuencas pueden organizarse en cuatro categorías principales: dinámica de la población local, sistemas locales de vida, intereses externos, y políticas, normas y leyes. La interacción entre estos factores determina en gran medida las condiciones ambientales de una cuenca hidrológica en un determinado momento.

Las cuencas hidrológicas proporcionan a la sociedad numerosos bienes y servicios, como agua potable, control de la erosión, fijación del carbono y conservación de la biodiversidad. Sin embargo, a diferencia de la madera, los productos pecuarios o los minerales, el valor de estos bienes y servicios pocas veces se expresa en dinero y no hay mercados donde puedan comprarse o venderse. Estos bienes y servicios se denominan “bienes públicos” o “externalidades positivas” (Cornes y Sandler 1996).

Merlinsky (2013) analiza a las cuencas como objeto de política pública, y considera que la política ambiental desafía la gestión interjurisdiccional, porque la geografía de los recursos naturales casi nunca coincide con los límites políticos que separan localidades, provincias y países.

Se entiende a las cuencas como territorios ocupados, organizados y gestionados por las comunidades que viven en ellas, y este es uno de los problemas que se presentan en la actualidad en las cuencas hidrológicas, ya que dichas comunidades explotan el agua sin conocer el funcionamiento de ese sistema hidrológico ni su balance hídrico, lo que muchas veces trae como consecuencia un desequilibrio hidrológico severo que puede causar la falta de disponibilidad de este recurso (Maderey y Gutiérrez 2013).

La cuenca hidrológica también la podemos considerar como un socio-ecosistema entendido como un sistema abierto, complejo, autorregulador, disipativo y adaptativo, en el que distintos componentes culturales, políticos, sociales, económicos, ecológicos, tecnológicos, etc. están interactuando (Resilience Alliance 2010). Esto implica que el enfoque de la gestión de los ecosistemas y recursos naturales, no se centra en los componentes del sistema sino en sus relaciones, interacciones y retroalimentaciones. Es un concepto holístico, sistémico e integrador del “ser humano-en-la naturaleza”.

Tomando como base lo propuesto por Oswald y Hernández (2005) sobre la estructura y funcionamiento de los sistemas disipativos, podemos considerar que las cuencas hidrológicas (subcuencas y microcuencas en el caso de Morelos) están estructuradas y funcionan como socio-ecosistemas (Maass y Cotler 2005, Maass 2015), y están compuestas por dos grandes subsistemas el natural y el social, cada uno de ellos integrados por diversos sub-subsistemas o componentes (el natural por componentes: geológicos, hídricos, edáficos, climáticos, bióticos, etc., y el social por componentes: culturales, políticos, socioeconómicos, tecnológicos, etc.). Ambos subsistemas están estructurados e interactúan entre sí permitiendo que la cuenca funcione como un sistema abierto, complejo, autorregulador, disipativo y adaptativo (Oswald y Hernández 2005, Resilience Alliance 2010, Maass 2015). Por tanto, la GIRH y el MICH implican la gestión integral o holística de ambos subsistemas y sus componentes, para el funcionamiento sostenible de la cuenca.

El origen y evolución de las propuestas de GIRH y el MICH

Principios esenciales de la GIRH

La gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) constituye el paradigma actual de la gestión del agua a nivel mundial, haciéndose explícito en políticas nacionales para la gestión del agua a nivel global. La gestión integral del recurso hídrico busca orientar el desarrollo de políticas públicas en materia de recursos hídricos, a través de una conciliación entre el desarrollo económico y social y la protección de los ecosistemas. Este concepto ha evolucionado pasando por diversas etapas de desarrollo; sin embargo, sigue pendiente la elaboración de una propuesta universalmente consensuada de definición y conceptualización (Martínez y Villalejo 2018).

La gestión integral de recursos hídricos por cuencas hidrológicas y sus modalidades teóricas y prácticas actuales surge a finales del siglo XVIII en Estados Unidos, a propósito de la creación y manejo de reservas forestales federales, en donde surge el concepto original de gestión de cuencas (“watershed management”) Dourojeanni (2009). En la actualidad, la gran mayoría de las conferencias internacionales sobre recursos hídricos ha recomendado que sea la cuenca el territorio base para la gestión integrada del agua. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua (Mar de Plata, Argentina, 14 al 25 de Marzo, 1977), fue la primera gran Conferencia de las Naciones Unidas que versaba únicamente sobre los recursos hídricos, demostrándose como un tema relevante respecto al cual los Estados participantes ya estaban siendo conminados a tomar cartas (Acevedo 2014).

La GIRH es un término o concepto cuyo origen posiblemente se dio en el establecimiento de los cuatro Principios de Dublín, definidos en la 1ra Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente (CIAMA) celebrada en Dublín, Irlanda, en enero de 1992 (Solanes 1998). Fue en esta Conferencia en la que se dio el mayor precedente para lo que es hoy en día la gestión de recursos hídricos a nivel de cuencas hidrográficas, puesto que los Estados Participantes propusieron impulsar reformas a las legislaciones vigentes sobre recursos hídricos basados en los principios acordados en dicha Conferencia. Los principios que se formularon en la Conferencia y que surgieron como producto de un proceso de consulta pública que culminó justamente el año 1992, son los siguientes:

1. El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sustentar la vida, el desarrollo y el medio ambiente.
2. El desarrollo y manejo del agua deberían ser participativos, involucrando a planificadores y a formuladores de políticas en todos los niveles.
3. La mujer desempeña un papel fundamental en la provisión, manejo y protección del agua.
4. El agua tiene un valor económico en todos los usos de esta, que compiten entre sí y debería reconocerse como un bien económico.

Por su parte en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Río de Janeiro, 3 al 14 de Junio de 1992) se aprobó el denominado “Programa 21” o Agenda 21, la cual, en su Capítulo 18 de “Protección de la Calidad y el Suministro de los Recursos de Agua Dulce: Aplicación de Criterios Integrados para el Aprovechamiento, Ordenación y Uso de los Recursos de Agua Dulce” establece que “la ordenación integrada de los recursos hídricos, incluida la integración de los aspectos relativos a las tierras y a las aguas, tendría que hacerse a nivel de cuenca o subcuenca de captación” y que “la compleja interconexión de los sistemas de agua dulce exige una ordenación global de dichos recursos”.

Adicionalmente la Agenda 21 en su apartado 18 expresa que: “La administración integrada de recursos hídricos está basada en la percepción del agua como una parte esencial del ecosistema, un recurso natural y un bien social y económico, cuya cantidad y calidad determinan la naturaleza de su uso” (ONU 1992).

Los principales postulados de la gestión integral del recurso hídrico son los siguientes:

1. La integración de la gestión del agua para todos sus usos, con el objetivo de maximizar los beneficios globales y reducir los conflictos entre los usuarios.
2. La integración en la gestión de intereses económicos, sociales y ambientales, tanto de los usuarios directos del agua como de la sociedad en su conjunto.
3. La integración de la gestión de todos los aspectos del agua (cantidad, calidad y tiempo de ocurrencia) que tengan influencia en sus usos y usuarios.
4. La integración de la gestión de las diferentes fases del ciclo hidrológico.
5. La integración de la gestión a nivel de cuencas, acuíferos o sistemas hídricos interconectados.
6. La integración de la gestión de la demanda de agua con la gestión de la oferta.
7. La integración de la gestión del agua y de la gestión de la tierra y otros recursos naturales y ecosistemas relacionados.

La gestión integral del recurso hídrico es un concepto basado en la idea de que los diferentes usos del recurso son excluyentes e interdependientes y surgió como respuesta a la «crisis del agua» expresada en la presión insostenible sobre el recurso hídrico, debida a la creciente demanda de agua, la contaminación y el crecimiento demográfico. Sin embargo, se ha observado que el núcleo del problema está en la inadecuada gestión y gobernabilidad del recurso. La gestión integrada del recurso hídrico busca actuar sobre las causas de esta gestión deficiente como son la ineficiencia, los conflictos crecientes y el uso no coordinado del recurso hídrico (MAVDT 2010).

Los conceptos de manejo y gestión del agua y/o de cuencas hídricas

En este contexto cabe aclarar los conceptos de gestión y manejo de recursos hídricos que muchas veces se utilizan como sinónimos, y lo que implica la gestión de recursos hídricos por cuenca hidrológica. Al respecto La Real Academia de la Lengua Española define la gestión como la acción de gestionar, y a su vez, define gestionar como el hacer diligencias conducentes al logro de un negocio o de un deseo cualquiera. La gestión ambiental como disciplina se encuentra bien definida por la Universidad Autónoma de Madrid como “la estrategia mediante la cual se organizan las actividades antrópicas (humanas) que afectan al ambiente, con el fin de lograr una adecuada calidad de vida, previniendo o mitigando los problemas ambientales” (Acevedo 2014, y <http://www.uam.es/servicios/ecocampus/especifica/gestion.htm>).

Dourojeanni (2010) hace un amplio análisis de las diferencias conceptuales entre los términos “manejo (integrado) de cuencas” y “gestión (integrada) de recursos hídricos”, Los términos más comunes utilizados en América Latina, asociados a la Gestión de Cuencas, son los de Manejo de Cuencas y de Gestión Integrada de Recursos Hídricos. Ambos términos provienen de traducciones literales de los términos originales provenientes del idioma inglés: *Watershed Management* y *Water Resources Management*. *Water Resources Management*: Se tradujo en forma libre como *manejo de agua o de recursos hídricos, administración del agua o recursos hídricos*, y finalmente se ha impuesto el de “*gestión*” de recursos hídricos. A esta expresión se le agregó el de gestión “Multisectorial” ya en la década de los años 50 para, en forma más reciente, referirse a lo mismo como “Gestión Integrada de Recursos Hídricos”, versión actualmente en uso y asociada al desarrollo sostenible.

La Red Latinoamericana de Manejo de Cuencas patrocinada por la FAO aún no ha establecido una terminología consensuada sobre estos enfoques a pesar de haberse realizado una serie de congresos latinoamericanos sobre el tema, así como numerosos talleres nacionales. Circulan muchas definiciones, pero ninguna es tomada como la oficialmente aceptada. Por ello es indispensable que en toda legislación que haga referencia a Manejo de Cuencas se incluya una explicación o glosario sobre la interpretación que le dan al término en la ley Dourojeanni (2010).

Los enfoques de gestión de los recursos hídricos también al igual que los de “manejo” de cuencas se pueden clasificar en varios tramos, dependiendo de la cantidad de temas que se incluyen en el proceso de gestión y de su complejidad.

TRAMO A	<u>Administración</u> : de los recursos hídricos. Sectorial o multisectorial.
TRAMO B	<u>Construcción</u> : de obras hidráulicas. Sectorial o multisectorial.

TRAMO C	<u>Gestión:</u> integrada de los recursos hídricos (social, ambiental, económico). Considera el control de externalidades negativas.
---------	---

Primer Tramo.- Administración de agua (sectorial o multisectorial) en este tramo el enfoque se limita a realizar mediciones, inventarios e investigaciones sobre la gestión del agua por cuenca sea para fines sectoriales como multisectoriales, incluye la conformación del padrón de usuarios, formas de organización para la distribución del agua, (cobranzas por el agua y su gestión, regulaciones, inventario de infraestructura hidráulica o modelos de operación de reservorios, modelos hidrológicos, modelos de agua subterránea y en general todo aquello que permita la adecuada operación de sistemas hídricos.

Segundo Tramo.- Construcción de obras hidráulicas (sectorial o multisectorial). En este tramo netamente de ingeniería civil hidráulica se plantean proyectos de aprovechamiento de recursos hídricos que pueden ser con fines de uso sectorial (agua potable y saneamiento, riego, drenaje, hidroenergía, recreación y obras de control de crecidas entre otras). Son las acciones más comunes en la actualidad y en general tiene una orientación inicial de carácter sectorial que a veces se expande a usos multisectoriales. Por ejemplo, obras para irrigación que incluyen plantas de generación de hidroenergía o viceversa, recreación y acuicultura.

Tercer Tramo.- Gestión integrada de Recursos Hídricos: (Actualmente la frase de moda). Se refiere a la “Integración” de todas las fases anteriores con consideraciones a lo social, ambiental y económico. Quizás lo más novedoso es la preocupación por el control de las externalidades negativas de usuarios sobre los demás. Incluyendo el respeto al ambiente (caudales, ecológico, humedales, zonas de reserva de agua a efectos del cambio climático, a reducir las demandas sobre el agua mediante una mejor eficiencia de uso -nueva cultura del agua-), respeto a la equidad en la distribución del agua y otros valores sociales y ambientales así como el de eficiencia económica.

El objetivo de la GIRH es coordinar todas las intervenciones que los seres humanos hacemos para usar el agua y otros recursos en un sistema hídrico compartido (agua y cuenca) buscando mantener un equilibrio entre las metas económicas, sociales y ambientales con la finalidad de reducir los conflictos entre usuarios y con el ambiente, y lograr que la sumatoria de los beneficios de las intervenciones a largo plazo sean más que los costos sociales, ambientales y económicos acumulados (Dourojeanni 2014).

En conclusión y para efectos de esta tesis se considera más pertinente y holístico el concepto de MICH, ya que incluye no solo el agua como elemento, sino el espacio físico o territorial donde esta fluye a través del ciclo del agua: la cuenca.

4.- Las bases teóricas del Manejo integral de cuencas hidrológicas (MICH)

La FAO (2007) menciona que el manejo de cuencas hidrográficas tiene 5 000 años de antigüedad, desde inicios de la agricultura, los seres humanos manipulan el agua y las laderas en beneficio de los cultivos. El manejo de cuencas ha venido evolucionando a lo largo de la historia de la humanidad, pero es hasta la segunda mitad del siglo veinte en que se impulsaron las transformaciones en la gestión del agua a nivel internacional, la cual comprende tres fases:

Capítulo I.- Fundamentos teóricos sobre MICH

- La fase expansionista en la que se enfatizó la gestión de la oferta,
- La segunda fase en la que se encuentran la mayoría de los países (incluido México) corresponde a la de transición, la cual se centra en la Gestión de la demanda y el suministro garantizado del agua, el agua se reconoce como bien económico;
- La tercera Fase “madura” se basa en la gestión integrada de cuencas, en la que no hay gestión del agua sin gestión del territorio, (Aguilera Klink, F. 1998, con modificaciones de Vargas *et al.* 2010).

La gestión integrada de los recursos hídricos o “manejo de cuencas” es un concepto que tiene apenas unos cincuenta años en todo el mundo, y que ha ido evolucionando junto a la institucionalización de las políticas públicas ambientales. Lo que implica considerar las relaciones entre la cuenca hidrográfica y la cuenca hidrológica y las vinculaciones entre los diferentes usos y actores usuarios del agua (Merlinsky 2013).

El término manejo de cuencas comienza a aplicarse en forma relativamente extendida en América Latina y El Caribe a finales de la década de 1960. A partir de una advertencia de la comunidad científica, las Naciones Unidas convocaron en 1972 una Conferencia sobre el Medio Humano e instaron a los Estados Miembros a prestar más atención a la gestión y conservación de los recursos naturales en sus actividades de desarrollo (FAO 2007).

La reunión preparatoria para la Cumbre de Río sobre el tema del agua fue la Conferencia sobre Agua y Saneamiento, realizada en Dublín, Irlanda, en 1992. En dicha reunión se establecieron cuatro principios para la política del agua, los cuales han sido promovidos internacionalmente por distintos organismos, y se han desarrollado hasta constituir el enfoque de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH).

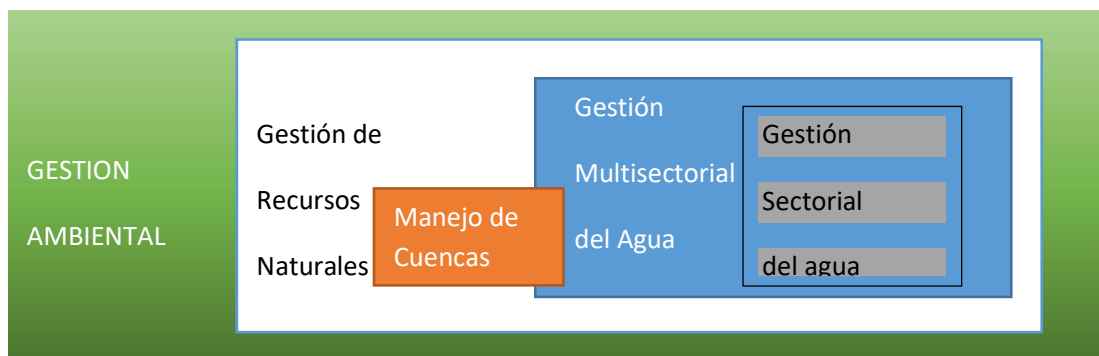
El primer principio expresado fue el de concebir el agua como un recurso finito y vulnerable, esencial para la vida, para el desarrollo y para el medio ambiente. De esta manera se abandona la concepción del agua como un recurso infinito y de libre acceso. Con base en este principio, se han hecho esfuerzos para producir políticas públicas que incorporen la necesidad del desarrollo y gestión coordinados del agua, la tierra y otros recursos asociados, con el propósito de maximizar el resultante bienestar económico y social de manera equitativa, sin comprometer la sustentabilidad de ecosistemas vitales. Esto lleva a la necesidad de establecer unidades de gestión hidrológica, las cuencas, con base en las cuales sea posible conformar un arreglo institucional en el que se vinculen todos los intereses organizados en torno al agua. Se establece, entonces, que la gestión del agua debe ser “integrada”, teniendo a las cuencas hidrológicas como unidades territoriales.

Con el tiempo el enfoque de manejo de cuencas se asocia a temas de gestión ambiental, de ordenación del territorio, de desarrollo regional y de gestión ambiental integrada y, por último, de todas las acciones orientadas al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de una cuenca. Cabe recordar que lo que se debe “manejar” primero no es la cuenca en sí, sino las intervenciones que el ser humano realiza en la misma, considerando el efecto que dichas intervenciones ocasionan en la dinámica de la cuenca.

La propuesta de la GIRH, a partir de la cual se reconoce la necesidad de considerar el agua en su distribución natural, identificando a la cuenca hidrológica como la unidad de gestión más apropiada –pero no la única–, y de un enfoque flexible e incluyente de política pública para enfrentar la crisis del agua (Vargas *et al.* 2010). Actualmente se dirige la atención a los beneficiarios. Hoy se trata de una gestión “participativa e integrada”, con el compromiso de la población local (FAO 2007).

Administrativamente, el concepto del manejo integrado del agua es un subconjunto de la gestión ambiental, que a su vez involucra la gestión de los recursos naturales dentro de un marco de la gestión por sector que a la vez es multisectorial. En este contexto, aparece la cuenca hidrológica como la unidad básica de planeación del desarrollo de las cadenas productivas (Sánchez *et al.* 2010).

Ubicación administrativa del concepto de manejo integral del agua



Dourenjanni *et al.* (2002); Sánchez *et al.* (2010)

La gestión de cuencas hidrológicas es una disciplina que involucra la gestión de todo el territorio de la cuenca, desde los recursos hídricos, hasta los recursos forestales. Dourojeanni (2009) en su artículo “Los desafíos de la gestión integrada de cuencas y recursos hídricos en América Latina y el Caribe” lo define como: “La gestión de las intervenciones, que los seres humanos realizan en una cuenca y sobre el agua captada por la misma, con el fin de conciliar metas económicas, sociales y ambientales que permitan mejorar la calidad de vida de todos los seres humanos que dependen del uso de su territorio y sus recursos, así como minimizar los conflictos entre los intervinientes y con el ambiente”.

Cotler y Pineda (2008) consideran a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la planificación y manejo de recursos naturales. El MICH constituye un instrumento de política ambiental reconocido a nivel internacional que permite la gestión equilibrada de los recursos naturales y la integración de los actores involucrados en una sola problemática, haciendo de esta región un territorio de conciliación de intereses (Cotler 2004).

En síntesis, el manejo de cuencas puede entenderse como un proceso de planificación, implementación y evaluación de acciones dirigidas al control de las externalidades negativas, mediante la participación organizada e informada de la población y de los sectores académico y gubernamental, orientadas al aprovechamiento adecuado de los recursos naturales con fines productivos, a la conservación o restauración de los ecosistemas, y al control y prevención de los procesos de degradación ambiental, en una cuenca hidrológica como unidad territorial. Se espera que este manejo repercuta en la integridad ecológica de la cuenca y en la presencia de ecosistemas "saludables" capaces de proveer bienes y servicios ambientales, que mejoren la calidad de vida de sus habitantes (Cotler y Caire 2009; Cotler *et al.* 2009b).

En el mismo sentido, las microcuencas, como área de planificación y acción permiten planificar de forma integral las acciones de recuperación y conservación de los recursos naturales y el adecuado aprovechamiento social de los mismos (Bassi 2007). Lo anterior, en términos de gestión, permite incluir simultáneamente aspectos económicos, sociales y ambientales (UICN 2009). Dichas acciones se pueden realizar mediante un Plan de Gestión Comunitaria que incluya a los habitantes de la zona de estudio en colaboración con organizaciones de la sociedad civil (OSC) y los gobiernos locales (Cotler *et al.* 2009b).

La SEMARNAT (2013) considera el MICH como un proceso de planificación, implementación y evaluación de acciones mediante la participación organizada e informada de la población. La posibilidad de realizar un manejo de cuenca se inicia cuando nos reconocemos como habitantes de ella y, por tanto, como beneficiarios de sus servicios ecosistémicos, que nos visualicemos como generadores de impactos que se expresan en forma acumulativa en las partes bajas. Las cuencas hidrológicas son consideradas como la unidad territorial básica para la planificación y el manejo de los recursos naturales, así como una dimensión espacial y temporal fundamental para la adaptación ante el cambio climático (Biestroek *et al.* 2009; SEMARNAT 2013b).

El manejo integral de una cuenca tiene como fin último la conservación y/o restauración del ciclo hidrológico natural de la cuenca; sin embargo, la consecución de esta meta implica atender objetivos intermedios, como la conservación y restauración de los suelos y la vegetación, la reconversión productiva hacia formas de aprovechamiento más eficientes de los recursos naturales y, en general, el control de externalidades negativas que impactan la funcionalidad y el equilibrio ecológico de la cuenca (Cotler y Caire 2009).

El MICH busca la integración de los actores involucrados en resolver un complejo conjunto de problemas interrelacionados, en lugar de atender varios problemas sectoriales dispersos, lo cual parte del supuesto básico de ser una estrategia colaborativa amplia, basada en la participación social y de la capacidad de concurrencia, de cooperación y colaboración de diversos actores (gobiernos, OSC, sectores productivos, academia) y también entre diversas entidades administrativas en torno a un objetivo común. En ese sentido, el MICH, como proceso, proporciona un nuevo rumbo para relacionar ciencia, política y participación pública (Cotler y Caire 2009).

Ante ello, Davenport (2002) afirma que el manejo de cuencas es un proceso adaptativo, es decir, que se va construyendo y aprendiendo de las experiencias, sustentado en información científica y local que alinea, coordina y construye programas hacia objetivos comunes. La intervención sobre el territorio va variando en el tiempo en función del aprendizaje que se obtiene de las acciones sobre los ecosistemas, del control de las externalidades y de los intereses de los actores. Así, el manejo adaptativo, fundamentado en información científica sólida e implementada mediante una gestión participativa, constituye el cimiento del MICH (Cotler y Caire 2009).

En el manejo participativo, adaptativo, sistemático y con visión a largo plazo del territorio, se pueden distinguir siempre cuatro fases (Maass y Cotler 2007; Cotler y Caire 2009):

Figura.- Fases del MICH



La FAO (2007) cuestiona: ¿Qué significa en realidad la gestión “integrada” de cuencas hidrológicas? Los objetivos socioeconómicos y los de los recursos naturales no siempre son compatibles. Este paradigma indica que es difícil distinguir entre el manejo integrado de las cuencas y el desarrollo sostenible en ellas.

La FAO (2007) propone un nuevo enfoque como el manejo "incorporado" o el manejo "conjunto" de cuencas que busca sustituir en el futuro al manejo integrado de cuencas. En este nuevo enfoque se enfatizan los objetivos de sustentabilidad para la conservación y manejo del capital natural como una base necesaria para alcanzar objetivos de desarrollo humano. La base esencial del manejo de cuencas debe ser la conservación del capital natural para darle viabilidad a las opciones para el desarrollo económico y del capital humano.

Dourojeanni (2004) propone una serie de asuntos básicos a considerar para el MICH:

- La organización para la gestión de la cuenca debe incentivar y asegurar la participación de los actores relevantes en una forma abierta, equitativa y con soporte de recursos.
- El elemento conductor clave para la coordinación de las acciones es lo que comúnmente se denomina como el plan “estratégico de la cuenca”
- Una entidad de cuencas debe tener una mínima capacidad de autofinanciarse independientemente de que reciban o no financiamiento externo.
- Los compromisos de los estados y de los municipios en los procesos de gestión de las cuencas o cuenca que se encuentran total o parcialmente dentro de su jurisdicción, son reveladores del nivel de aceptación de los organismos y del consejo de la cuenca.
- El sistema de gestión debe basarse en la aceptación de un control de calidad permanente en su accionar.

Tamaño y jerarquía de la cuenca

Cotler y Caire (2009) Consideran que el tamaño y la jerarquía de las cuencas es relevante para el entendimiento de los orígenes y las causas de los problemas, así como para la determinación de áreas prioritarias de atención y la comprensión de la diversidad de los actores que están involucrados en la problemática específica de cada cuenca.

La posibilidad de realizar un manejo de cuencas adecuadamente se basa en gran medida, en el conocimiento que se adquiere de la dinámica de la cuenca y de cada uno de sus componentes. Para ello se requiere un estudio que cuente con información actualizada a la escala requerida que estará determinada por el tamaño de cada cuenca. Los procesos ecológicos que ocurren en una cuenca hidrológica operan de manera simultánea y anidada a diferentes escalas espaciales y temporales. Por ello, todo protocolo de manejo de ecosistemas parte de una evaluación y síntesis del conocimiento base sobre los procesos que estructuran y mantienen funcionando al ecosistema (Standford y Pool 1996). Identificar “qué procesos ecológicos y qué componentes del ecosistema son los más relevantes en el control y/o mantenimiento de la integridad estructural y funcional del mismo, y por tanto deben ser incorporados al esquema de manejo” (Maass 2004:74).

En una cuenca, las decisiones afectan e influyen en el uso del territorio; todas las actividades que en ella se realizan utilizan al agua como un insumo básico, pudiendo modificar varios de sus parámetros. Los impactos potenciales del uso de la tierra en la calidad, cantidad y distribución del agua varían según el tamaño de la cuenca. Así, el impacto del uso de la tierra sobre el caudal (promedio, punta y base) se manifestará principalmente en cuencas pequeñas, menores a la decena de kilómetros cuadrados, ya que se esperaría que en cuencas mayores se presenten subcuencas con usos de tierras distintos que amortigüen, mediante el efecto acumulativo, los impactos al caudal. Por otro lado, el efecto de sales, nutrientes o pesticidas, altamente solubles en agua, persistirá a pesar de efectos acumulativos que atenúen su movimiento, afectando territorios de cuencas mayores a la centena de km².

En distintos ecosistemas, existen evidencias que prueban que la falta de entendimiento escalar de los procesos, sus jerarquías y anidamiento conllevan a la ejecución de acciones que agravan la problemática ambiental (Stirzaker 2002). La planeación y la ejecución de las acciones bajo un MICH dependen del tamaño de la cuenca y de su jerarquía en el sistema hidrográfico. En cuencas grandes es indispensable una planeación que nos indique cuáles son las áreas prioritarias cuyas externalidades están impactando en mayor medida el funcionamiento eco-hidrológico de la cuenca (Davenport 2003; Sabatier *et al.* 2005).

En términos hidrológicos, podría decirse que es conveniente que la planeación inicie a nivel de la cuenca, para después definir las subcuencas y microcuencas prioritarias en las que se deberán realizar las acciones necesarias correspondientes. Esto nos lleva directamente al tema subyacente de ligar el problema con el nivel jerárquico de cuenca adecuado. Es decir que toda intervención local debe considerarse en el contexto de la situación general de la cuenca y se debe elaborar una metodología de planificación que considere varios niveles: cuenca, subcuenca y microcuenca (FAO 2007b).

Finalmente, como se verá más adelante, el tamaño de la cuenca también tiene una repercusión social y organizacional, ya que, a mayor tamaño de la cuenca, los actores involucrados serán más variados y numerosos, lo cual puede alargar el proceso de negociación y consenso necesarios para la aprobación del plan de acción de ese territorio. Teniendo esto en mente, será necesario establecer un equilibrio entre la eficiencia de las acciones sobre la dinámica de la cuenca y la facilidad de negociación de los actores. El mejor desempeño entre ambos componentes ocurre muchas veces a escalas disímiles; así, mientras la participación social tiende a ser mayor a niveles de subcuencas o microcuencas, el efecto acumulado de las actividades humanas será más perceptible y adquirirá mayor relevancia en el análisis a nivel de cuenca principal.

El manejo de cuenca es un proceso que puede involucrar a una gran variedad de actores, dependiendo del tamaño de la cuenca bajo estudio, los objetivos específicos que se definan para cada unidad de gestión y la dimensión temporal que se contemple en el proceso de planificación.

El tamaño de una cuenca tiene importantes implicaciones ante la posibilidad de un proceso de manejo de cuenca, ya que por sí mismo éste determina la complejidad de las diferentes variables que necesariamente deben ser tomadas en cuenta, al plantear un esquema de acción para el manejo de los recursos naturales. En términos sociales, estas variables son: el número de actores relevantes, la extensión y el número de las propiedades contenidas, usos de suelo (destino) y diversidad y complejidad de los problemas ambientales de la cuenca. A su vez, cada una de estas variables, acompañadas de los objetivos propios de los procesos de manejo de cuenca, serán determinantes en las formas de cooperación y organización social que se establezcan para asegurar los fines planteados.

Los actores que habitan en la cuenca son el factor principal, ya que son ellos quienes hacen uso directo de los recursos naturales de la cuenca, como unidad de estudio y de gestión. Entre ellos existen relaciones comerciales, laborales, de propiedad, de producción e incluso relaciones personales que implican decisiones cotidianas sobre el manejo de los recursos y, de manera agregada determinan la forma y el acceso a los mismos. Sin embargo, también es necesario considerar la existencia de actores externos que en ocasiones suelen ejercer una importante influencia en las decisiones de los actores internos.

Generalmente, las condiciones naturales de una cuenca se ven afectadas por acciones y decisiones de una gran cantidad de instituciones, públicas y privadas, que determinan directa e indirectamente las formas de acceso, uso y aprovechamiento de los recursos naturales. Decisiones que finalmente, obedecen a una planeación sectorial o privada y que no toman en cuenta los efectos en el contexto integral de la cuenca; por el contrario, esta forma de planear el trabajo y las acciones con frecuencia conlleva a conflictos institucionales y entre particulares que derivan en una ausencia definitiva de cooperación y coordinación, tanto a nivel de gobierno como de éste en relación con la sociedad.

Idealmente, dado que todos los actores se encuentran compartiendo una unidad regional geográfica, es preciso que entre ellos exista una visión compartida que establezca criterios mínimos ambientales que aseguren la sustentabilidad en el manejo de la cuenca a partir de las condiciones ambientales propias de la cuenca. Sin embargo, esto no es una realidad que suceda de manera espontánea y prevalezca a lo largo de las cuencas, ya sea que se trate de zonas rurales, urbanas o mixtas. De hecho, las divisiones políticas y

administrativas, e incluso la extensión territorial de la propiedad, se perfilan como obstáculos para lograr que los actores se vean a sí mismos en el contexto de la cuenca como unidad de gestión natural de su ambiente inmediato. En principio, esta afirmación es fácilmente aceptada por la mayor parte de las personas en general; sin embargo, en su calidad de agentes de impacto, los actores *niegan* o *desconocen* su capacidad para contribuir al mantenimiento de las interacciones en equilibrio (FAO 2007).

En la mayoría de los casos estudiados los programas de manejo de cuencas incorporan objetivos de desarrollo sostenible, y con ello amplían en demasía su rango de acción. Considerando la escasez de recursos y los tiempos limitados de los programas, sería más eficiente trazar estrategias para que los planes de manejo de cuenca estén incorporados a procesos más amplios de desarrollo sostenible, donde se alineen y coordinen los programas de políticas públicas (FAO 2007)

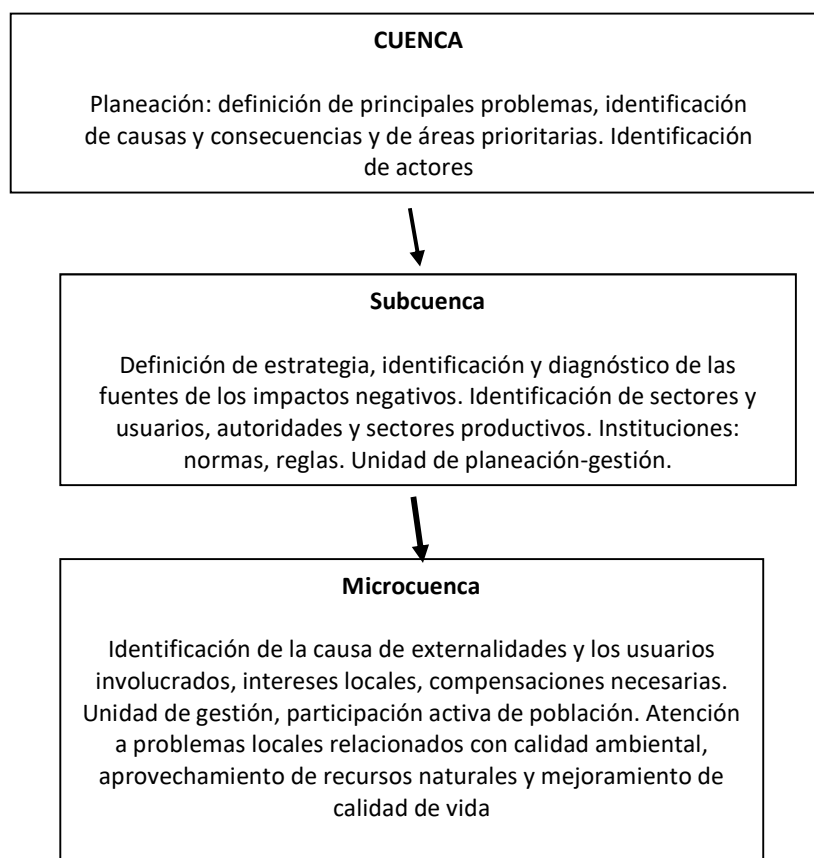
Ciertamente, para la definición de unidades de gestión se pueden interrelacionar la unidad hidrológica natural (cuenca, subcuenca o microcuenca) con las unidades político-administrativas, lo cual facilitaría la relación con las autoridades locales o bien permitiría la posibilidad de ser sujetos para recibir subsidios. La conveniencia de unificar unidades hidrográficas naturales y unidades administrativas ha sido siempre un punto de discusión cuando se habla del manejo de cuencas. Actualmente este impasse se encuentra metodológicamente resuelto. Algunos acercamientos, como el desarrollado por Cardona (2006), reconocen que la dinámica socioeconómica de una cuenca no está delimitada por sus parteaguas y permite crear una zona de influencia. Por otro lado, Sotelo y Jurado (2007) han desarrollado una serie de criterios jerárquicos para poder definir la pertenencia de los municipios a sus respectivas cuencas. Con ello, las unidades de gestión para el manejo de cuencas podrían establecerse en función de la intensidad de externalidades negativas que alteran el funcionamiento eco-hidrológico de la cuenca, asociándolo a las unidades administrativas responsables y a su zona de influencia.

Manejo integral de la microcuenca y el desarrollo sostenible

Esta alternativa de utilizar el manejo integral de las microcuencas, para contribuir con el desarrollo sostenible, tiene su base en las posibilidades más directas que se definen en los espacios de las microcuencas (World Vision, 2000).

Cotler y Pineda (2008) y Cotler y Caire (2009), establecen que el tamaño y la jerarquía de las unidades hidrográficas (cuenca, subcuenca y microcuenca) son determinantes en la gestión y deben considerarse desde la planeación hasta la implementación de las acciones. Resulta imprescindible definir las áreas prioritarias o zonas de trabajo en donde se realizan aquellas actividades que están generando las principales externalidades negativas. La jerarquización de las unidades hidrológicas (cuenca-subcuenca-microcuenca) y su anidamiento conducen a que en cada una de ellas se consideren temas diferentes, como se plantea en la siguiente figura:

Anidamiento jerárquico en las actividades de planeación-gestión a nivel de cuencas



Esta división jerárquica nos da como resultado la posibilidad de diferenciar espacialmente territorios individuales, cuya suma de externalidades nos explica la situación íntegra de la cuenca. Esta particularidad, ausente en otras unidades ambientales, posibilita dirigir las intervenciones y evaluaciones hacia áreas concretas en una cuenca (Cotler y Caire 2009).

Una microcuenca es parte de una subcuenca, puede corresponder a ríos de primer o segundo orden, donde viven cierto número de familias (organizadas en comunidades o ejidos y propiedad privada) que manejan los recursos naturales, y donde se realizan actividades productivas esencialmente primarias.

La principal consecuencia de elegir a las microcuencas a partir de sus condiciones socio-económicas y/o su disposición a participar es que se deja de elegir a la unidad de gestión en función de su participación en la generación de externalidades negativas que afectan al conjunto de la cuenca. Como consecuencia, la solución de los problemas a nivel microcuenca guarda poca relación con la problemática de la cuenca en general. Si bien esta dinámica de trabajo puede lograr un mejor manejo de los recursos naturales en cada microcuenca, y propicia una organización más participativa para la solución de problemas sociales como la pobreza, educación y salud, los impactos de las acciones no se verán necesariamente reflejadas en forma acumulada en la cuenca principal y en especial en el agua como elemento articulador.

Porqué la intervención a nivel de microcuencas. La experiencia ha demostrado que, para intensificar el proceso de manejo de las cuencas, el nivel de intervención por “microcuencas o pequeñas cuencas”, ha mostrado más ventajas por las siguientes razones (World Vision 2000):

Razones para trabajar por microcuencas

- El interés común y la participación de los actores es mucho más homogéneo e inmediato que en una gran cuenca. Permite promover la integración y participación de todos los responsables e interesados en el aprovechamiento y manejo de los recursos naturales de las microcuencas. Para resaltar los beneficios y ventajas será necesario definir indicadores, sobre el mejoramiento ambiental, calidad de vida y la sostenibilidad del uso de los recursos naturales logrados mediante manejo de microcuencas.
- El área de trabajo es más pequeña y por lo tanto la necesidad de recursos es menor.
- Se facilita la comprensión de la problemática, de las necesidades sentidas y de cómo resolverlas.
- Se facilita la organización y gestión para la microcuenca, y la administración es mucho más sencilla.
- El seguimiento ambiental y gerencial pueden ser más efectivos.
- La coordinación entre entidades de la cuenca es más inmediata.
- La posibilidad de promover la organización para la continuidad, puede facilitarse.
- Las experiencias se comparten más rápidamente.
- La problemática social para enfrentar puede ser más homogénea
- La intervención en un sistema integrado permite una mejor coordinación entre proyectos y acciones, permite tener una mejor visión de los problemas, sus causas, sus efectos y las interacciones entre ellos.
- Es una alternativa interesante para el ordenamiento territorial y ambiental, posibilita la relación e interacción espacial y los diferentes escenarios asociados a las capacidades y vocación de la microcuenca.
- Facilita la concertación, se maneja mejor los conflictos y se definen prioridades en forma armoniosa.
- Es posible identificar y manejar un desarrollo metodológico homogéneo.
- Es posible lograr una mejor explicación a los usuarios (internos y externos) de los servicios de la microcuenca.
- A nivel de microcuenca, se logrará mejorar la calidad del agua, regular el sistema hídrico, controlar inundaciones y sequías, estabilizar a la población, internalizar las externalidades asociadas al manejo de la cuenca.
- Fuera de la microcuenca, se garantiza la oferta de servicios, por ejemplo, agua para poblaciones, riego, electricidad, lugares de esparcimiento, oferta de productos forestales y agropecuarios.
- Se pueden identificar las fuentes de financiamiento asociados a los efectos globales y específicos que se producen en la microcuenca.
- Se puede promover con mayor respaldo, la participación para el manejo de la microcuenca y su sostenibilidad institucional; ejemplos por medio de los comités de microcuencas, cuencas municipales u otras entidades de cuencas en general.
- Se facilita la valoración de la tierra y del patrimonio ambiental.
- Se logra el bienestar social, económico y ambiental.

La participación ciudadana en el MICH

El MICH parte del supuesto básico de la participación social y de la capacidad de coordinación de los actores en torno a un objetivo común. Es una estrategia colaborativa amplia que posibilita la colaboración para la búsqueda de soluciones de un complejo conjunto de problemas interrelacionados, ya que con ello se favorece la gestión equilibrada de los recursos naturales y la integración de los actores involucrados en una sola problemática, en lugar de atender varios problemas sectoriales dispersos, lo cual implica la coordinación y cooperación de actores y también entre diversas entidades administrativas (Cotler 2004; Cotler y Caire 2009).

La FAO (2007) propone que además de la integración, la participación ha sido otro atributo esencial de la buena práctica de gestión de las cuencas hidrográficas desde hace más de 20 años, y propone una “Guía para la gestión participativa y gestión conjunta de cuencas hidrológicas, considerando entre otros los aspectos siguientes:

- 1) la gestión de los recursos naturales no puede tener éxito ni ser sostenible sin el apoyo y la participación de los usuarios de los recursos naturales;
- 2) los participantes deben tener capacidad de tomar decisiones y responsabilidad (empoderamiento); y
- 3) la promoción de la participación en el manejo de cuencas es un proceso de larga duración para el cual es necesario contar con los medios adecuados.

De esta manera, los procesos locales de gobernanza han adquirido cada vez más importancia para el manejo de las cuencas hidrográficas.

Uno de los problemas, es que para muchos expertos en gestión de cuencas es difícil modificar su método de trabajo de gestión vertical y no entienden plenamente la situación de los residentes de la cuenca. Además, la población local sigue considerándose receptora pasiva de ayuda material y le cuesta trabajo incorporarse a la nueva relación participativa. Con todo, lo que más obstaculiza el proceso es la incapacidad de reconocer a la población local y sus asociaciones como verdaderos colaboradores (FAO 2007).

El principal desafío es incorporar las iniciativas de la comunidad local en un enfoque amplio. El objetivo de la concertación es establecer nuevas relaciones entre los sujetos interesados en el desarrollo comunitario, en lugar de imponer relaciones verticales y estrategias que no tienen en cuenta los procesos locales y regionales (FAO 2007).

Las instituciones de gestión de cuencas del gobierno central deben reemplazarse por otras nuevas, capaces de crear las condiciones necesarias para el diálogo entre las organizaciones sociales y otras partes interesadas de la cuenca (Bonnal 2005).

La gestión conjunta –también llamada cogestión, gestión mixta, multilateral o de diálogo– fue creada en el decenio de 1990 por la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) para incorporar la gestión de las zonas protegidas en los medios de vida, la cultura y la gobernanza locales. En la gestión conjunta, los participantes sociales negocian, definen y garantizan entre ellos mismos una participación justa en las funciones de gestión, los derechos y responsabilidades de un determinado territorio, zona o conjunto de recursos naturales. La gestión conjunta es: un enfoque pluralista de la gestión de los recursos naturales, un proceso que requiere pleno acceso a la información que es a menudo prolongado y a veces confuso, un proceso político y cultural que busca justicia social y

democracia, y es la expresión de una sociedad madura que entiende que no existe una solución "única y objetiva" a los problemas ambientales, sino más bien múltiples opciones compatibles con el conocimiento local y el conocimiento científico, y es capaz de satisfacer a la vez las necesidades de conservación y las de desarrollo (Borrini-Feyerabend, 2000).

Por este motivo es necesario mejorar la capacidad de los gobiernos locales y la sociedad civil para ocuparse de las cuestiones técnicas que plantea la incorporación del manejo de las cuencas en la gobernanza territorial. Los programas de gestión de cuencas están pasando de un enfoque participativo a otro de gestión conjunta, lo cual quiere decir una participación pluralista en la gestión de los recursos naturales, basada en el aprendizaje recíproco y la negociación entre intereses y preocupaciones diferentes, incluyendo aquellos de los expertos técnicos y autoridades normativas.

¿Cuál es la estrategia viable para la "gobernanza" ambiental y del agua a nivel de cuenca hidrológica en los próximos años?. Por un lado, las soluciones sociales y técnicas deben pasar por la reconstitución de las instituciones locales, tradicionales y modernas, como son las asociaciones de usuarios del servicio de riego, las organizaciones ambientalistas, los dueños y poseedores de la tierra, y por la ampliación de la eficacia institucional ("gobernanza"), así como por la recuperación de la legitimidad ante la población local (gobernabilidad).

Por el otro, la creación de instancias de participación debe establecer funciones apropiadas a este nuevo arreglo institucional y no limitarlas a cumplir sólo funciones consultivas. Precisamente, este es el punto nodal en el cual el diseño de políticas, planes y reglamentos para el aprovechamiento del agua y el MICH podrá ser cada vez menos un asunto técnico y administrativo y más un proceso social, a través de la incorporación de estos actores sociales en la gestión del agua por cuenca y acuífero (Chávez 2001).

La evolución de la GIRH y MICH en México

Al finalizar la década de 1980 se inician en México las transformaciones en cuanto a la gestión de recursos hídricos. La GIRH en nuestro país surge como iniciativa del gobierno federal. Los consejos de cuenca tardan varios años en crearse, siempre a iniciativa del gobierno federal. Sin embargo, y a pesar de todas estas modificaciones, aún falta un largo camino para que estos espacios sean realmente representativos de la sociedad civil y que se les integre en los procesos de negociación y de toma de decisiones efectivos (Vargas *et al.* 2010).

En el caso de México Cotler y Pineda (2008) consideran que, a pesar de algunos tibios cambios, surgidos por la presión social y el debilitamiento estatal, las organizaciones de cuenca actuales siguen teniendo un esquema centralista.

El arreglo institucional del agua en México se encuentra en un proceso de transición, de un modelo de gestión centralizado a otro por cuenca hidrológica, en el cual están surgiendo nuevos actores colectivos con base en las asociaciones de usuarios, como nuevas instituciones locales en donde realmente han logrado incorporarse a la vida local. Sin embargo, como toda transición, hay un sinnúmero de paradojas por resolver. Con la creación en 1989 de la Comisión Nacional del Agua (CNA), se toma la idea de cuenca hidrológica como unidad de gestión, la consolidación se adquiere con la promulgación de la Ley de Aguas Nacionales en 1992. Sin embargo, el agravamiento de la situación del agua ha puesto en evidencia las limitaciones de este arreglo institucional. El agua bajo la

racionalidad económica que obliga a tomar decisiones de corto plazo, y que contradicen una racionalidad ambiental y social en el uso del recurso (Vargas 2002).

En México, la utilización de la cuenca como unidad de gestión se remonta a varias décadas, aunque con enfoques y propósitos disímiles (Cotler y Pineda 2008). Las principales divergencias se manifiestan entre las perspectivas gubernamentales, a nivel central, que consideran a las cuencas como proveedoras de agua, para usos agrícolas, humanos y energéticos, mientras que, a nivel local, organismos no gubernamentales, instituciones académicas y el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO), mediante el Programa Nacional de Microcuencas, encuentran en el manejo de cuencas un camino para reforzar el desarrollo rural en las comunidades (Cotler y Caire 2009).

En México, a partir de la década de 1990 se inició la implementación de la ahora llamada “gestión integrada del agua por cuenca”, y su profundización con la reforma a la Ley de Aguas Nacionales de 2004. De igual manera, en los últimos años, se ha generalizado un enfoque de gestión integrada del agua por cuenca hidrológica, en el cual se privilegia un abordaje interdisciplinario entre las ciencias ambientales y sociales con las ingenierías. En estos órganos es en donde se ha extendido considerablemente la necesidad de encontrar desde el ámbito institucional el discurso de la “nueva cultura del agua”. Sin embargo, la CONAGUA carece aún hoy día de una instancia para la resolución de conflictos, ya que es ella misma juez y parte de muchas de las disputas por el recurso (Vargas 2006).

Los organismos públicos en nuestro país todavía deben realizar importantes reformas para lograr incorporar los procesos de negociación y concertación en torno al Agua (Vargas *et al.* 2010). La conformación de los organismos de cuenca difiere de algunos países de Latinoamérica, donde los organismos de cuenca se caracterizan por ser entes locales (a nivel de microcuenca) con una amplia participación social, los cuales son los que funcionan de manera más eficiente (Mestre 2005).

La cuenca hidrológica es una unidad espacial con enormes ventajas; sin embargo, en México ha sido poco apreciada tanto desde las políticas públicas como desde el sector académico (Burgos *et al.* 2015). México, ha mostrado un franco retraso en la adopción de este marco para la aplicación de políticas en el territorio nacional, ello pese a las experiencias pioneras que se implementaron como réplica del enfoque norteamericano de atención a grandes cuencas en las décadas de los 50s y 60s del siglo pasado (Cotler 2004; Burgos y Bocco 2014).

La gestión de recursos hídricos en México ha seguido un modelo hidráulico centralizado, cuyos efectos pueden observarse en el severo deterioro hídrico, la crisis de gobernabilidad y los conflictos socioambientales, muchos de los cuales se agravan ante la ausencia de arreglos institucionales con incentivos para la cooperación intergubernamental. El enfoque de cuencas, ampliamente discutido en la literatura nacional e internacional, constituye una estrategia que permite y fomenta la cooperación y colaboración interinstitucional, interconectando a poblaciones a través de las externalidades generadas por la gestión del territorio y permitiendo la resolución de un complejo conjunto de problemas relacionados entre sí (Cotler 2015).

En todas estas décadas, si bien se menciona a la cuenca como unidad de gestión, su concepción se basó en una división hidrológica-administrativa, no como un territorio con interrelaciones implícitas, por lo cual no se consideraron las condiciones ambientales y

sociales donde se genera el recurso hídrico. A lo largo de estas décadas, y aún en la actualidad, la concepción de la cuenca como unidad de gestión se ha visto desde un punto de vista tecnocrático, donde las soluciones a los problemas pasan por “planes, programas o políticas públicas fundamentados en el tradicional esquema técnico-ingenieril” (Kauffer 2013).

La implementación en las últimas siete décadas de este modelo ha dado lugar a un severo deterioro ambiental (Aboites *et al.* 2008; Jimenez *et al.* 2010), a una crisis de gobernabilidad (Aboites 2009; Vargas y Mollard 2005), y a conflictos socioambientales (Paz 2012), dejando claro que abordar exclusivamente la gestión del agua, no incluye ni asegura la gestión de la cuenca como territorio (Cotler 2015).

En nuestro contexto mexicano la GIRH está siendo fuertemente criticada debido a que no responde a necesidades y condiciones nacionales, sino que ha sido resultado de una política de fragmentación artificial del agua, artificial ya que no reconoce las condiciones naturales en las que el agua se encuentra en este país (Domínguez y Carrillo 2007).

La incorporación del enfoque de cuencas en los instrumentos de planeación implica, en primera instancia, superar la tradicional estructura administrativa. En ese sentido, en México ya se cuenta con algunos instrumentos que atraviesan la estructura Federación-Estado-Municipio, como son: los convenios de coordinación, el pago por servicios ambientales, el ordenamiento ecológico del territorio en su modalidad regional, las áreas naturales protegidas de competencia federal y las Normas Oficiales Mexicanas. Además de éstos, existe otro grupo de instrumentos dirigidos hacia la regulación hidrológica como servicio ecosistémico.

La nueva generación de instrumentos de política pública (caudal ecológico, servicios ambientales, reservas de agua, entre otros) está retomando aspectos básicos del enfoque de cuencas. Por su parte, el ingreso del cambio climático en la política ambiental puede constituir un medio para fortalecer el enfoque de cuencas. En todo caso, transitar de la visión de apropiación del recurso hídrico como un recurso inagotable y desarticulado con los demás elementos que integran el ciclo hidrológico (suelo, vegetación, clima, pendientes) hacia una visión que considere las interacciones socioambientales aún se vislumbra como un proceso en construcción en México (Cotler 2015).

Lecciones aprendidas y retos del MICH en México

En América Latina la gestión de cuencas se ha ido extendiendo en las últimas décadas, en particular en México, Colombia y Brasil, que desde la década de 1990 cuentan con legislación nacional que establece políticas al respecto. La gestión de cuencas se basa en la capacidad que tiene un organismo de gestión o autoridad de cuenca de tomar decisiones y diseñar estrategias tendientes a coordinar objetivos que involucren un número relativamente grande de actores que comparten un mismo territorio y dependen de los mismos recursos. El principal desafío de la gestión de cuencas es la coexistencia de múltiples actores con intereses contrapuestos en relación con el uso del recurso hídrico y del territorio (Merlinsky 2013).

Las condiciones básicas para un sistema de gestión por cuencas es importante el compromiso del Estado, para tener el respaldo de un sistema legal e institucional de carácter nacional, regional y de cuencas para la gestión del agua con carácter de gestión de cuencas. La gobernabilidad se construye generando consensos (Dourojeanni 2004).

Los organismos públicos en México todavía deben realizar importantes reformas para lograr incorporar los procesos de negociación y concertación en torno al Agua. Muchos de los cambios todavía se encuentran en una fase de transición, ya que hay mucho por hacer respecto a la organización de los espacios de participación, como son los consejos de cuenca y sus órganos auxiliares –creados a iniciativa del mismo gobierno federal en un esquema de arriba-abajo, el cual ha buscado hacer participar a los grupos de interés organizados. Sin embargo, y a pesar de todas estas modificaciones, aún falta un largo camino para que estos espacios de participación social en la gestión del agua sean realmente representativos de la sociedad civil y que se les integre en los procesos de negociación y de toma de decisión efectivos (Vargas 2010).

En los últimos 15 años se ha dado una gran transformación en la gestión del agua en nuestro país, incorporando y fortaleciendo la idea de que es fundamental ubicar el manejo del agua en el área responsable de los recursos naturales, sacando a la gestión del agua del enfoque productivista o del lado de la oferta que sólo buscaba garantizar los volúmenes adicionales que se iban requiriendo para el desarrollo y crecimiento agropecuario y demográfico.

Cotler y Pineda (2008), hacen un análisis del manejo de cuencas en México, y concluyen que nos encontramos ante dos modelos de manejo de cuencas en México, el del esfuerzo a nivel nacional y el esfuerzo a nivel local, los cuales tienen características distintas, donde los objetivos, el enfoque territorial y metodológico responden a preocupaciones distintas, con escasas sinergias entre ellas. En el país, la mayoría de los esfuerzos en el manejo de cuencas se realizan a nivel de microcuencas. El tamaño de esta unidad de gestión presenta diversas ventajas, como la simplicidad de la administración, la coordinación y participación de los actores, la identificación de la problemática y su monitoreo, entre otros. Sin embargo, la elección de las microcuencas no siempre responde a la problemática de la cuenca, por lo cual las acciones que se realizan a nivel local no siempre repercuten en una mejora del funcionamiento eco-hidrológico de toda la cuenca.

El panorama del manejo de cuencas en México muestra una evolución importante hacia una visión más integral y sistémica, donde se pone énfasis en la participación de los actores involucrados y en la solución de sus conflictos. Sin embargo, las escalas de atención de este proceso aún no tienen “puntos de encuentro”. Por un lado, los procesos de planeación de cuencas no desembocan en la identificación de áreas prioritarias en microcuencas y por otro lado, el manejo de microcuencas pone mayor atención en el desarrollo rural de su población, sin considerar la problemática de la cuenca ni el efecto que las externalidades de su accionar pueda tener en la dinámica general de la cuenca. Ante esta situación Cotler y Pineda (2008) proponen algunas orientaciones que pueden contribuir al desarrollo de nuevas aproximaciones hacia el manejo “incorporado” o “conjunto” de cuencas:

1. La base esencial del manejo de cuencas debe ser la conservación del capital natural para darle viabilidad a las opciones para el desarrollo económico y del capital humano. Es también importante considerar, la fusión y complementariedad de los conocimientos científico y tradicional para la obtención de consensos y aplicación de las prácticas sustentables para el manejo de cuencas.
2. El manejo de cuencas debe considerar una sinergia importante entre las escalas nacional y local. Es necesario actuar para conciliar sobre los conflictos entre los actores,

buscando las acciones que permitan una gobernanza democrática y plural sobre los recursos naturales y su conservación.

3. Los planes que se elaboran para el manejo de cuencas deben ser los instrumentos de planeación-atención que dirijan los esfuerzos conjuntos de los actores que participan en el proceso. Los planes deben ser operados tomando en cuenta las relaciones entre las partes alta y baja de las cuencas, bajo condiciones de manejo adaptativo y con una visión de corto y largo plazo.

Cotler y Caire (2009) concluyen que el proceso de manejo de cuencas en México es relativamente joven, y que los retos y desafíos de este proceso en nuestro país son inmensos por la vulnerabilidad de este proceso ante la debilidad institucional y la inestabilidad financiera y política; por la dificultad de crear consensos para alcanzar la sustentabilidad de los recursos naturales como bien público. Sin embargo, este proceso ya ha sabido crear alternativas, esquivar estructuras inflexibles, “conciliar un objetivo de interés público, como es la preservación de ecosistemas y sus servicios ambientales, con las necesidades e intereses de (las) poblaciones” (Paz 2008:53) y sobre todo, imaginar y apostar por nuevos enfoques territoriales, muchas veces a contracorriente de lo que dictan las políticas públicas en México.

Entre los aspectos que se consideran cruciales para desarrollar y sostener un proceso de manejo integral de cuenca en México, se agrupan en tres grandes temas: 1. consideraciones sobre aspectos ambientales y sus implicaciones en el manejo, 2. arreglos institucionales para la coordinación social, y 3 incorporación en las políticas públicas (Cotler y Caire 2009):

1. Consideraciones sobre aspectos ambientales y sus implicaciones en el MICH, para ello se requieren:

1.1 Estudios de base.- Como punto de partida para aproximarse y abordar la complejidad inherente al territorio de una cuenca se requiere de un diagnóstico que considere las interacciones dinámicas entre sus componentes en el tiempo y a lo largo de la cuenca, el análisis de las externalidades y de los efectos acumulativos, así como la conciliación entre límites físicos y administrativos. Considerar a la cuenca como unidad de planeación. Establecer las interrelaciones y entender el funcionamiento a nivel de cada ecosistema en la cuenca.

1.2 Implementación de acciones. - Esta fase del plan de manejo debe ser suficientemente clara para darnos las pautas sobre su prioridad temporal, las zonas de acción y los actores relevantes involucrados.

1.3 Evaluación y monitoreo.- Los cambios que se esperan de un proceso de manejo de cuenca son muy diversos, desde cambios biofísicos, sociales, económicos, institucionales y de actitud. La evaluación como un proceso más integrado debe ser preferentemente participativo.

2. Arreglos institucionales para la coordinación social.- El manejo integral de una cuenca es un proceso que no puede ser dirigido ni aplicado de manera unilateral. La existencia de cooperación es el supuesto clave para el éxito de los proyectos de manejo de cuenca.

2.1 Liderazgo definido.- El enfoque de manejo integral de cuenca, como toda empresa social, exige capacidad de dirección indicativa, capacidad técnica y conocimiento para solucionar el problema y capacidad organizacional y de gestión, para implementar las acciones definidas.

2.2 Regulación sobre acceso y formas de aprovechamiento de los recursos naturales.- Es necesario promover la capacidad reguladora de los núcleos agrarios para que, desde un enfoque de cuenca, decidan el uso más adecuado de sus tierras y adopten prácticas de menor impacto ambiental, al mismo tiempo que se construyan alternativas productivas orientadas a un manejo sostenible de sus recursos.

2.3 Participación en las diferentes etapas del proyecto.- En el modelo del MICH, la participación social es un elemento indispensable para generar acuerdos consensuados entre las autoridades y el resto de la comunidad.

2.4 Continuidad de los proyectos de manejo integral de cuenca.- Los elementos que resultan determinantes en la continuidad de los proyectos de manejo integral de cuenca son:

- Existencia de un plan que especifique la prioridad y la secuencia de las acciones comprometidas por los actores
- La participación permanente de los actores involucrados en los problemas de la cuenca
- El grado de apoyo social o público obtenido por la organización del proyecto
- El logro de las metas establecidas o, en su defecto, el avance con relación a los objetivos propuestos. Básicamente, referido al grado de éxito que los actores y la sociedad en general, alcancen a percibir a partir de los esfuerzos realizados y los resultados obtenidos, como consecuencia de su acción colectiva
- La existencia de financiamiento gubernamental o social para la ejecución de las acciones propuestas en el plan de manejo correspondiente
- La existencia de actores externos (organizaciones no gubernamentales o agentes de gobierno) que complementen o respalden las capacidades organizacionales, técnicas y de gestión de las comunidades locales

2.5 La planificación en los proyectos de manejo integral de cuenca.- El plan de manejo ha funcionado como un instrumento para definir y priorizar acciones y coordinar a los actores al interior de las comunidades involucradas, para después convertirse en un marco de decisión que “da forma” a sus acciones individuales y colectivas posteriores. Es un instrumento útil para coordinar acciones en el tiempo y en el espacio, además de conseguir concretar acuerdos entre los diferentes actores.

3. Incorporación en las políticas públicas.- El papel fundamental que debe jugar el gobierno es impulsar, promover o simplemente facilitar una gestión integrada del territorio. El modelo propuesto para el MICH promueve la participación ciudadana a nivel local y regional en todas las etapas del proceso. En los programas de MICH por microcuencas, es donde los actores consiguen involucrarse en la implementación de proyectos y acciones decididos por ellos mismos y, en algunos casos, en la evaluación de estos.

SEMARNAT (2013), analizando los retos y prioridades para el MICH en México concluye que debemos cambiar nuestra visión administrativa-política del territorio por una más ecosistémica (como la de cuenca), que permita volver a relacionar los grupos humanos

Capítulo I.- Fundamentos teóricos sobre MICH

con el ambiente de manera más armónica y favorezca una visión integrada de los problemas y, por ende, una relación más justa entre los grupos sociales que habitamos en México. Algunos puntos clave de reflexión en materia de cuencas que hay que considerar son:

- Conservar y manejar apropiadamente el patrimonio natural de México
- Promover una planificación y acción participativas. - Fomentar procesos de planeación participativos con enfoque adaptativo en las cuencas hidrográficas.
- Fomentar procesos inter y transdisciplinarios para el análisis y solución de los problemas. - Incidir en las cuencas hidrológicas a partir de la integración de procesos inter y transdisciplinarios.
- Promover la conservación de los bienes y servicios ecosistémicos y vincular lo económico con lo ambiental en forma efectiva
- Establecer procesos claros de corresponsabilidad y acción
- Desarrollar sistemas de monitoreo e información
- Desarrollar sistemas eficientes de educación, capacitación y comunicación

Bibliografía del Capítulo I:

Acevedo, A. A. 2014. Marco institucional para la gestión integrada de cuencas hidrográficas. Tesis licenciatura. Universidad de Chile, Facultad de Derecho. Santiago, Chile. 234 p.

Balée, W. (Ed). 1998. *Advances in Historical Ecology*. Colombia University, New York.

Bassi, L. 2007. Guía metodológica para el manejo participativo de microcuencas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Guatemala, Guatemala.

Biestroek R., Swart R. y Van der Knapp W. (2009). "The mitigation-adaptation dichotomy and the role of spatial planning". En: *Habitat international* 33: 230-237.

Bourdieu, P. y Wacquant, L. (1995), *Respuestas por una antropología reflexiva*, Grijalbo México, pág. 167, 178, 180.

Bunge, V. Cotler, H. Iura, D. Enriquez, C. 2015. Incorporación del enfoque de cuencas en los ordenamientos ecológicos. En: Burgos, A., Bocco, G., Sosa Ramírez, J. (Coordinadores) (2015), *Dimensiones sociales en el manejo de cuencas*, UNAM/CIGA, 308 pp. Disponible para libre descarga en: www.ciga.unam.mx/publicaciones/

Burgos, A., Bocco, G., Sosa Ramírez, J. (Coordinadores) (2015), *Dimensiones sociales en el manejo de cuencas*, UNAM/CIGA, 308 pp. Disponible para libre descarga en: www.ciga.unam.mx/publicaciones/

Cárdenas Tamara, F. 2002. *Antropología y ambiente, enfoques para una comprensión de la interacción ecosistema y cultura*. Pontificia Universidad Javeriana. Bogota. 215 p.

Capítulo I.- Fundamentos teóricos sobre MICH

Castro Herrera, G. 2004. "De civilización y naturaleza. Notas para el debate sobre historia ambiental latinoamericana". En: *Procesos Revista Ecuatoriana de Historia*. No. 20, II semestre de 2003/ I semestre de 2004. Quito: Corporación Editorial Nacional.

Cornes, R. y Sandler, T. 1996. *The theory of externalities, public goods, and club goods*. Cambridge, Reino Unido, Cambridge University Press.

Cotler, H. 2004. *El manejo integral de cuencas en México*. SEMARNAT 267 p.

Cotler, H. y Pineda, R. 2008. *Manejo Integral de Cuencas en México, ¿Hacia dónde vamos?* Boletín del Archivo Histórico del Agua, 39: 16-21.

Cotler, H., Caire, G. 2009. *Lecciones aprendidas del manejo de cuencas en México*. INE. 380 p.

Cotler, H., Blasco, C., Hernández, R., González, I., Herrerías, G., Illsley, C., Pineda, R. y T. Román. 2009b. *Algunos factores de éxito para el manejo integral de cuencas en México*. WWF y Fundación Gonzalo Río Arronte IAP.

Cotler, H. (Coordinadora) 2010. *Las Cuencas Hidrográficas de México. Diagnóstico y Priorización*. 231 p.

Cotler, H. 2015. *Incidencia del enfoque de cuencas en las Políticas públicas de México*. En Burgos, A., Bocco, G., Sosa Ramírez, J. (Coordinadores) (2015), *Dimensiones sociales en el manejo de cuencas*, UNAM/CIGA, 308 pp. Disponible para libre descarga en: www.ciga.unam.mx/publicaciones/

Crumley, C. (Ed). 1994. *Historical Ecology*. School of American Research, Santa Fe.

Chávez, C. 2016. *El manejo integral de cuencas, herramienta para transitar a un desarrollo sustentable*. 419 | 27 enero 2016 | [Recursos Naturales](#).

Domínguez, J., Carrillo-Rivera, J.J. 2007. *El agua subterránea como elemento de debate en la historia de México*. En Mayer, A. (coord.), *México en tres momentos: 1810-1910-2010*, UNAM, México, 2007. 29 p.

Dourojeanni, A., A. Jouravelev, y G. Chávez. 2002. *Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica*. Naciones UNIDAS, CEPAL-ECLAC, El Colegio de México. 79 p.

Dourojeanni, A., A. Jouravelev, 2002. *Evolución de las políticas hídricas en América Latina y el Caribe*. CEPAL. Santiago de Chile.

Dourojeanni, A. 2004. *Si sabemos tanto sobre qué hacer en materia del manejo integrado del agua y cuencas ¿Por qué no lo podemos hacer?* En: *El manejo integral de cuencas en México. Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental*. Helena Cotler, compiladora. SEMARNAT-INE. Pp:135-172.

Dourojeanni, A. 2009. *Los desafíos de la gestión integrada de cuencas y recursos hídricos en América Latina y el Caribe*. *Revista Desarrollo Local Sostenible*. Grupo Eumed.net, Red Académica Iberoamericana. Disponible en: Biblioteca Conmemorativa Orton

Capítulo I.- Fundamentos teóricos sobre MICH

Dourojeanni, A.; Chevaleraud, Y. 2010. Las Mesas del Agua y la Gestión de Cuencas en Chile. Estudio de Caso: Región de Atacama. Disponible en:

http://www.newtenberg.com/cuencas/591/articles67648_doc_pdf.pdf

Dourojeanni, A. 2014. Diferencias conceptuales entre los términos “manejo (integrado) de cuencas” y “gestión (integrada) de recursos hídricos”. Fundación Chile 23 p.

Etter, Andrés. 1991. Ecología del Paisaje. Revista Ecos (1)1: 185-188.

FAO, 2007. La nueva generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas. FAO, Roma, 139 pp.

FMCN 2014. Programa Cuencas y Ciudades. Manejo integral de cuencas a través de la participación social y la visión de largo plazo. FGRA. México. 25 p.

García, A. y Kaufer, E.F. 2011. Las cuencas compartidas entre México, Guatemala y Belice: un acercamiento a su delimitación y problemática general. Frontera Norte, Vol. 23, No. 45, Enero-junio 2011.

González de Molina, M. y Toledo V.M. 2011. Metabolismos, naturaleza e historia. (Barcelona: ICARIA 2011). 25.

Guzmán, M.A.A. 2010. Participación comunitaria y prácticas alternativas, hacia el manejo integral de cuencas, el caso de los Altos centrales de Morelos. UAEM, Juventud y Familia, A.C. Plaza y Valdez Editores. 241 p.

IMTA. 2007. Plan estratégico para la recuperación ambiental de la cuenca del río Apatlaco. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Cuernavaca, Morelos.

IMTA, FGRA, SEMARNAT, CEAMA CONAGUA, 2008. Plan Estratégico para la recuperación la Cuenca del Río Apatlaco. 172 p.

IMTA-FGRA, 2012. Plan integral para el manejo sustentable de las Barrancas del Norponiente del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos. 291 pags, mas 10 anexos.

Jiménez, N.M. 2015. La instrumentación de la política de los desechos en México: transformaciones en la acción pública y en la recomposición del estado 2003-2014. Tesis doctoral, Colegio de México. 248 p.

Lasso Otaña, H.H. 2014. Historia ambiental del río Machángara en Quito del siglo XX. Tesis de Maestría. Flacso, Ecuador. 120p.

López, C.E., M.C. Cano. 2004. Cambios ambientales en perspectiva histórica. Universidad tecnológica de Pereira, Colombia. 248 p.

López, C.E., M.C. Cano y Rodríguez, D.M. 2006. Cambios ambientales en la perspectiva histórica, Ecología histórica y cultura ambiental, Vol. 2. Universidad tecnológica de Pereira, Colombia. 240 p.

López, C.E. y Cano, M.C. 2008. Aportes de la Ecología Histórica a la Cultura Ambiental. Tomado de: Ecología Histórica: *Interacciones Sociedad-Ambiente a Distintas Escalas*

Capítulo I.- Fundamentos teóricos sobre MICH

Socio-Temporales. Universidad Tecnológica de Pereira-Universidad del Cauca-Sociedad Colombiana de Arqueología. Pereira, Colombia. Compilación y Edición: López, C. E. y G. A. Ospina (Compiladores) 2008. © ISBN: 978-958-722-001-8

López Cataño, C.E. 2008. Ecología histórica e historia ambiental herramientas teórico-metodológicas para el estudio de paisajes culturales. Universidad Pereyra, Colombia.

López, C.E. Ospina, G.A. 2008. Ecología histórica, interacciones entre sociedad-ambiente a distintas escalas socio-temporales Universidad Tecnológica Pereyra, Colombia

Maass, M., Cotler, H. 2005. El protocolo para el manejo de ecosistemas en cuencas hidrográficas. 18 p. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/528/protocolo.pdf>

Maass, J.M. 2015. El manejo de Cuencas desde un enfoque socio-ecosistémico. En Cuencas de México, No. 1 Año 1, abril-junio 2015. pp: 3-8.

Maderey Rascón, L.E., Gutiérrez Hernández, J.E 2013. *Los problemas del agua y de las cuencas hidrológicas vinculados a las ciudades. Estudios de caso de Cuba y México*. IG-UNAM.

Merlinsky, G. 2013. Política, derechos y justicia ambiental. El Conflicto del Riachuelo. FCE. Argentina. 277 p.

Moreno, D. y Montanari, C. 2008. Más allá de la percepción: Hacia una Ecología histórica del paisaje rural en Italia. Cuadernos geográficos 43 (2008-2): 29-49.

Moreno, D y Poggi, G. 1996. Ecología histórica, caracterización etnobotánica y valorización de productos de la tierra. Agricultura y sociedad 1980-81. Jul-Dic 1996): pp 169-180.

Rosa, P.C. 2009. La ciencia que se está haciendo. reflexiones metodológicas de la mano de Pierre Bourdieu. KAIROS. Revista de Temas Sociales. Publicación de la Universidad Nacional de San Luis. Año 13. N° 24. Noviembre de 2009.

Resilience Alliance 2010. Resilience Alliance. 2010. Assessing resilience in social-ecological systems: Workbook for practitioners. Version 2.0. Online: <http://www.resalliance.org/3871.php>

Redacción/agua.org 2018. Agua para la conservación. 27 de noviembre de 2018. <https://agua.org.mx/actualidad/agua-para-la-conservacion/>

SEMARNAT 2013a. Cuencas hidrográficas, Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión. 36 p.

SEMARNAT/Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2013b. *Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40 Gobierno de la República*. 60 pp. Disponible en: www.encc.gob.mx/

SEMARNAT -CONAGUA 2013. Ley General de Aguas Nacionales y su Reglamento. México. 229 p.

Capítulo I.- Fundamentos teóricos sobre MICH

Sánchez, I. Oswald, U. Diaz, G. Gonzalez, J.L. 2010. Manejo integral del agua en cuencas hidrológicas. Multidisciplina y multiinstitucionalidad como paradigmas de acción. En: Retos de la Investigación del Agua en México. Pp: 35-43.

Sguerra, S., P. Bejarano., O. Rodríguez, J. Blanco, O. Jaramillo, G. Sanclemente. 2011. "Corredor de Conservación Chingaza – Sumapaz – Guerrero. Resultados del Diseño y Lineamientos de Acción". Conservación Internacional Colombia y Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ESP. Bogotá, Colombia.184 pp.

UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), 2009. Guía para la Elaboración de Planes de Manejo de Microcuencas. Basada en la sistematización de la experiencia del Proyecto Tacaná, desarrollada en San Marcos, Guatemala.

UAEM-UNICEDES, 1999. Perspectivas para el Desarrollo Social en la microcuenca del Río Apatlaco. 460 p.

Vargas, S. 2002. Agua y agricultura: paradojas de la gestión descentralizada de la gran irrigación. En: Estudios Agrarios, "El agua, fuente de seguridad alimentaria". FAO. Pp: 61-82.

Vargas, S. 2006. Gestión integrada del agua en México e institucionalización del enfoque interdisciplinario. 1er Congreso Iberoamericano de Ciencia Tecnología e Innovación. 2006. 11p.

Vargas, S.; Güitron, A.; Hernández, C. 2010. Guía para la construcción de consensos en la gestión integrada del agua. IMTA, México, 178 p.

Viqueira, Carmen, 2001, *El enfoque regional en antropología*, Colección Teoría Social, México, Universidad Iberoamericana.

William Balée (1998). *Los avances en la ecología histórica* . ecología histórica: Locales y postulados (en Inglés) ([Nueva York](#) : Columbia University Press). p. 13-29. 0-231-10633-5.

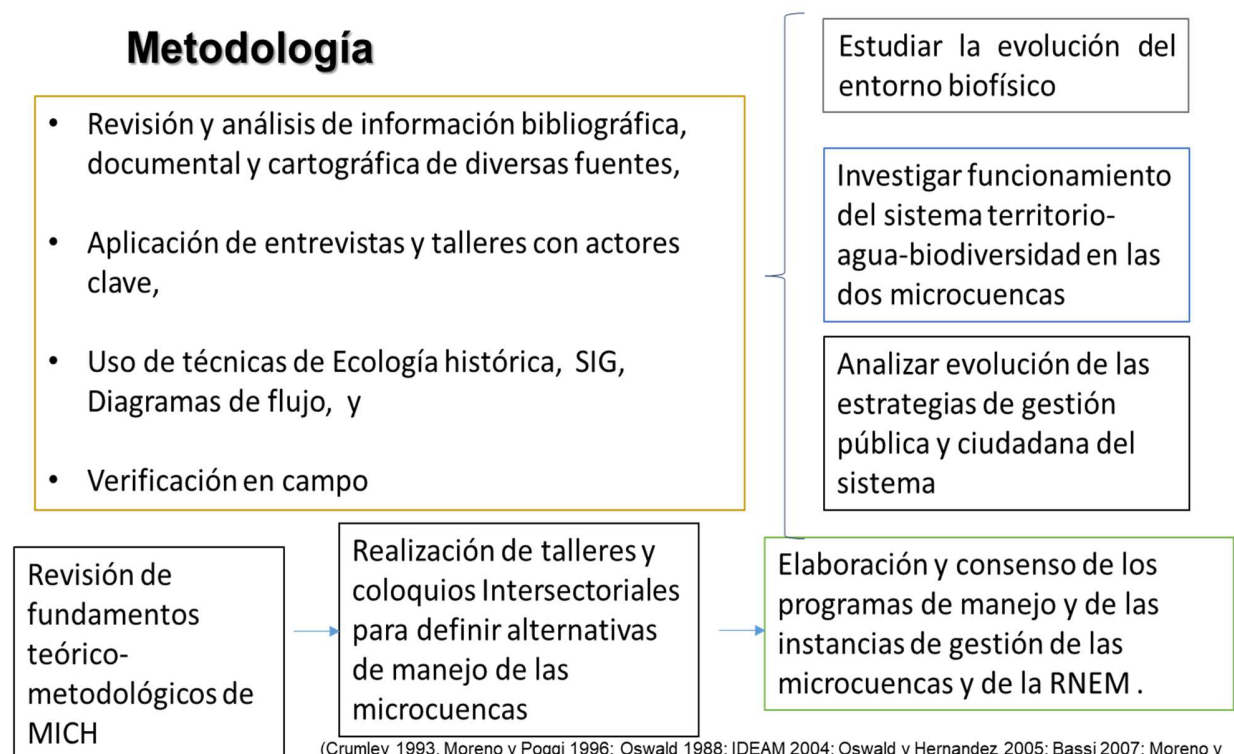
World Vision. 2000. Manual de manejo de cuencas. Visión Mundial Canadá. 107 p.

World Vision. 2000b. Manual de manejo de cuencas. Modulo 2, Por que trabajar por cuencas o microcuencas. Visión Mundial Canadá.12 p.

CAPITULO II.- METODOLOGÍAS

El trabajo se desarrolló durante un lapso de 4 años (2015-2018). Las metodologías utilizadas, fueron: Revisión y análisis de información bibliográfica, documental y cartográfica de diversas fuentes, aplicación de entrevistas y talleres con actores clave, uso de SIG, y verificación en campo, para: investigar la evolución y el funcionamiento actual del sistema territorio-agua-biodiversidad en las dos microcuencas, donde se analizó la evolución de las estrategias de gestión pública y ciudadana de los sistemas. Se hizo la revisión y análisis de los fundamentos teórico-metodológicos del MICH para evaluar y proponer alternativas de manejo de las microcuencas bajo estudio.

A continuación, se presenta una síntesis de las metodologías que se utilizaron para este proyecto de investigación:



(Crumley 1993, Moreno y Poggi 1996; Oswald 1988; IDEAM 2004; Oswald y Hernandez 2005; Bassi 2007; Moreno y Montanari 2008; López y Ospina 2008; López Cataño 2008; Torre 2008; UICN 2009; Cotler y Caire 2009; World vision 2000; FAO 2007; Vargas et al. 2010; SEMARNAT 2013; Bunge 2015; Maass 2015; Burgos 2015).

1.- Análisis del manejo de microcuencas.- Se realizó una revisión y análisis bibliográfico de los fundamentos teóricos, metodologías y experiencias de participación comunitaria en la planificación y gestión integral de microcuencas hidrológicas de otros países, de México y de Morelos. Se analizaron los distintos enfoques bajo el esquema del MICH, identificando los aciertos y desaciertos, los huecos u omisiones, y las repercusiones para el manejo. Como resultado de esta revisión y análisis, se elaboraron lineamientos generales y propuestas de participación pública para la planificación y gestión comunitaria de las microcuencas de estudio.

2.- La evolución del ambiente biofísico.- Se realizó una reconstrucción de la historia individual de los paisajes naturales, de sus recursos ambientales de los socio-ecosistemas, y las prácticas de gestión realizadas por el hombre, utilizando técnicas de ecología histórica, de historia ambiental y de arqueología del paisaje (Moreno y Montanari 2008). Se determinó la interacción entre sociedad y ambiente a distintas escalas de análisis espaciotemporales, vinculando tanto al pasado arqueológico e histórico como al presente etnográfico, para lograr el entendimiento de los problemas socioculturales y ambientales actuales (López y Ospina 2008). Esto se realizó con base en la información documentada disponible de los últimos 500 años, haciendo una descripción y análisis particular de la evolución geohidrológica y de los ecosistemas de la región, en las microcuencas bajo estudio.

Se procedió con un enfoque regresivo, de la observación de características ambientales actuales a las que la han precedido, y se identificaron aquellas que han determinado dichas características. Para ello se analizaron diversos documentos, que van desde testimonios de habitantes y productores presentes (fuentes orales), trabajo de campo (fuentes observacionales), revisiones documentales (fuentes archivísticas, textos), y aquellos que provienen de la evidencia biológica y geológica (fuentes sedimentarias) (López y Cano 2004, 2006). Para caracterizar los períodos prehistóricos se utilizaron registros fósiles (obtenidos en campo y de museos), y archivos de la historia ambiental para la reconstrucción de paisajes culturales (Crumley 1994, Moreno y Poggi 1996, Russel 1997, Swetman et al. 1997, Feinmann 1999, Cárdenas Tamara 2002, Oliveyra 2005, López y Ospina 2008, Torre 2008, Moreno y Montanari 2008, López Cataño 2008).

3.- Estudio y análisis de la situación actual y de funcionamiento de los subsistemas ambiental y social. Se realizó el estudio biofísico, socioeconómico y del funcionamiento de los subsistemas (ver glosario y Capítulo I) de las microcuencas bajo estudio, analizando la situación y la problemática específica del agua, la biodiversidad, el territorio y los aspectos socioeconómicos, mediante la recopilación y análisis de la información existente (bibliográfica, documental y cartográfica), a través de entrevistas semiestructuradas (ver anexo II.1) realizada a actores de instituciones gubernamentales, sociales y especialistas. Se utilizaron sistemas de información geográfica (SIG con software ArcGIS ver 10.1), diagramas de flujo y la verificación en campo. Se realizaron los balances hídricos de cada cuenca siguiendo los métodos de Thornthwaite y Matter (1955) y Mora e Iverson (1998). Se analizaron los instrumentos de planificación y manejo del territorio, para la conservación del agua, el suelo y la biodiversidad, y se realizó un análisis de las externalidades ambientales (positivas y negativas), identificando los riesgos, amenazas y vulnerabilidad. Para estos estudios y análisis se tomaron los protocolos propuestos por: IDEAM 2004, Bassi 2007, UICN 2009, Cotler y Caire 2009, World Vision 2000, Oswald y Rodríguez 2005, FAO 2007, Vargas *et al.* 2010, SEMARNAT 2013, Bunge *et al.* 2015, Maass 2015, Burgos 2015.

Respecto a la regulación de uso del suelo, se analizaron las disposiciones de ordenamiento territorial local, de la zona conurbada de Cuernavaca y el regional del Estado de Morelos (Gobierno de la Ciudad de Jiutepec 2003, INEGI 2010; CONAPO, 2010; Pohle 2012, 2015; Gobierno de la Ciudad de Jiutepec 2012, Periódico Oficial Tierra y Libertad 2009, 2012, 2013, 2014, 2015), estos fueron: el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Morelos, el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Territorio del Municipio de Jiutepec, el Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Jiutepec, el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Territorio del Municipio de Cuernavaca y el Programa de Ordenación de Zona Conurbada Intermunicipal en su modalidad de Centro de Población de Cuernavaca, Emiliano Zapata, Jiutepec, Temixco y Xochitepec.

4.- Análisis de las estrategias de gestión pública y ciudadana del sistema. - Se revisaron los esfuerzos, movimientos, gestiones y experiencias gubernamentales y ciudadanas vinculadas a la valoración, planificación, uso y manejo del territorio y protección del ambiente, la biodiversidad, el agua, y los recursos naturales de las microcuencas bajo estudio. Se revisaron

los resultados que se han obtenido desde la década de los sesentas hasta la actualidad. Esto se obtuvo de información bibliográfica y documental de diversas fuentes (Oswald-Spring 1988, Ceccon 2011, García Barrios et al. 2007, 2008, 2015, García Barrios 2012, 2013, Guzmán 2010, Jaramillo 2008, 2010, UAEM-UNICEDES 1999, IMTA-FGRA 2007, 2008, 2012, UNAM 2008, San Román 2009, Urbina-Torres et al. 2013, Gobierno del Estado de Morelos 2013, 2017), así como la aplicación de entrevistas semiestructuradas (ver anexo II.1) y talleres con actores clave, tomado como fundamento para el análisis de las estrategias de gestión ciudadana, lo propuesto por Chiau Amparan 1998, Bourdieu y Wacquant 1995, Bourdieu 1992, 1996, 2002; Bourdieu citado por Rosa 2009, Castro Herrera 2004, Vargas *et al.* 2010, FAO 2007, y Lasso-Otaya 2014.

Seguidamente, para explicar las interrelaciones entre los subsistemas natural y social, los conflictos del manejo de las microcuencas y los diferentes escenarios potenciales, se sistematizó la información obtenida utilizando diagramas de flujo de un sistema disipativo, abierto y autoregulado (Oswald 1988). Estos diagramas permiten, por un lado, combinar la realidad histórica de los fenómenos a analizar con la ubicación territorial, y por el otro, evaluar en forma holística y para determinados tiempos, los procesos y resultados (Oswald y Hernández 2005). Mediante el diagrama de flujo se identifican los potenciales desequilibrios (tensiones, conflictos y rupturas) del conjunto del sistema y de los subsistemas, y se resaltan los círculos virtuosos que pudieran reforzar los procesos sustentables que generan mayor equidad.

5.- Elaboración de los programas de gestión comunitaria para el manejo integrado de las microcuencas. Por último, se elaboraron propuestas de manejo integrado participativo de las microcuencas bajo estudio y para la RNEM, tomando como base las metodologías descritas para este propósito en: Dourenjani 2002, IDEAM 2004, Bassi 2007, UICN 2009, Cotler y Caire 2009, World Vision 2000, FAO 2007, Vargas *et al.* 2010, SEMARNAT 2013, Bunge 2015, Maass 2015, Burgos 2015, y Chávez 2016. Para la elaboración de los Programas de Manejo, se llevaron a cabo cuatro talleres intersectoriales para cada cuenca, conforme a las metodologías de la UICN (2009) y la FAO (2007), las cuales tienen un enfoque de diagnóstico y planificación participativa, en que se determina desde el punto de vista de los participantes, cuales son las principales problemáticas de la microcuenca, qué actividades son necesarias y qué intereses están involucrados y se deben atender.

6- Metodología para elaboración del Plan de manejo de las barrancas de la RNEM.- La metodología y proceso que se siguió para la elaboración y puesta en marcha del Plan para el manejo integral del Sistema de barrancas del norponiente de Morelos, se fundamenta principalmente en los lineamientos y directrices propuestas por World Vision (2000), FAO (2007), IUCN (2009) y Cotler y Caire (2009), para la planificación de cuencas hidrográficas. El Plan de manejo para una microcuenca es un instrumento de planificación que le permite al comité o instancia de manejo de la microcuenca orientar acciones y ayudar a la toma de decisiones que favorezcan la conservación de los recursos naturales y el desarrollo sustentable de las comunidades humanas que habitan en la microcuenca, con base en la gestión integral del territorio, el agua y la biodiversidad. Se recomienda que este Plan sea actualizado periódicamente, con base en el monitoreo y evaluación de los resultados obtenidos. La clave del éxito en todo caso estará en una buena conducción y colaboración de los actores participantes, en el desarrollo de un enfoque claro, con objetivos bien definidos y propósitos realizables en los diferentes horizontes de la planificación.

Se considera que la planificación y gestión del manejo integral de cuencas hidrológicas (MICH) constituye el contexto idóneo, la unidad territorial básica, para la planificación, manejo y gestión de los recursos naturales, ya que permite la gestión equilibrada de los recursos naturales y la integración de los actores involucrados en una sola problemática, en lugar de atender varios problemas sectoriales dispersos, lo cual implica la coordinación y cooperación entre actores y también entre diversas entidades administrativas (Cotler y Caire 2009).

Por esta razón, durante las diferentes etapas y desde el inicio de la elaboración del Plan se consideró imprescindible que tanto las organizaciones locales, las instituciones y las entidades comprometidas en los objetivos del Plan de manejo, se incorporaran e integraran en forma representativa, con equidad de género e igualdad de responsabilidades y derechos, para lograr la concertación necesaria para satisfacer las demandas y expectativas de las microcuencas. Se consideró como ente promotor para la elaboración del Plan a una institución académica: El Colegio de Morelos, para apoyar y catalizar el proceso de planificación, acuerdo y puesta en marcha del Plan. El proceso de elaboración del Plan estuvo basado en la organización de cuatro coloquios en los que participaron expertos en el tema de barrancas y en planificación gestión de microcuencas, planificación y gestión del territorio, del agua y de la biodiversidad, en administración pública, y en conservación de recursos naturales, etc. así como de representantes

intersectoriales interesados en la protección y aprovechamiento sustentable de las barrancas del norponiente de Morelos, a los cuales se les convocó públicamente por diversos medios.

Para la elaboración y acuerdo del Plan, se llevaron a cabo 4 pasos metodológicos que se explican a continuación:

A.- Revisión de la información disponible.- Uno de los pasos fundamentales para la elaboración del Plan fue la revisión y análisis de la información disponible acerca de los esfuerzos, los estudios e investigaciones sobre el área de las barrancas.

B.- Análisis de los principales planes previos sobre barrancas.- De los estudios y planes que se encontraron en una revisión preliminar, se decidió tomar en cuenta aquellos que por su temática tuvieran información de acciones que se hayan llevado a cabo o que se vayan a concretar. Así como información que describa de mejor manera las problemáticas, características y fortalezas en el estudio de las barrancas. Entre estas iniciativas de planificación se trabajó con base en el Plan de Manejo Sustentable de las Barrancas del Norponiente del Estado de Morelos (IMTA-FGRA 2012).

Se desarrolló el marco de referencia, la delimitación del área de estudio, el enfoque principal en el manejo de los recursos hídricos, la identificación de necesidades o problemáticas, el catálogo de proyectos enfocados a la solución de los problemas prioritarios identificados, la jerarquización de proyectos y la determinación de esquemas de control y seguimiento de los proyectos seleccionados. Del análisis de dicho Plan se identificaron como puntos de oportunidad la necesidad de un mayor desarrollo de los antecedentes, del marco legal, de métodos de participación ciudadana y de análisis de factibilidad de los proyectos. Se hizo un análisis comparativo tomando como referencia la metodología de World Vision (2000), IUCN (2009) y FAO (2007), relacionados con el contenido de un Plan de Manejo.

Además, se consideraron las observaciones derivadas de las reuniones y de los cuatro coloquios de planeación participativa, de la información de encuestas, de revistas especializadas y en periódicos locales y nacionales. Con la información revisada y analizada, se generó un resumen de los aspectos más importantes del sistema de barrancas. Esto sirvió para generar una síntesis de la caracterización y diagnóstico, así como insumos principales para la organización y diagnóstico en el desarrollo de los coloquios llevados a cabo para la elaboración del Plan.

C.- Determinación de la zona de Intervención del Plan.- Para la delimitación del área de incidencia del Plan, se retomó y precisó el área propuesta en el Plan Integral del IMTA-FGRA 2012, cuya fuente original fue el trabajo elaborado por García-Barrios *et al.* 2007b sobre el patrimonio natural y cultural de las cuencas del río Apatlaco y Tembembe del CRIM de la UNAM. Los siguientes criterios de delimitación son los que han sido considerados:

- Continuidad de los sistemas hidrológicos que tienen su origen en el norponiente del estado de Morelos, y su colindancia con el sur de la Ciudad de México y oriente del Estado de México, y su delimitación con base en las microcuencas hidrológicas, tomando como límites el parteaguas de la Sierra del Ajusco-Chichinautin-Zempoala en la porción norte del sistema de barrancas, y las serranías que delimitan dicho sistema al oriente y poniente.
- Tránsito de aguas superficiales entre las microcuencas de Chapultepec, río Las Fuentes y río Puente Blanco
- Localización de la mayor parte de la población, área urbana e industrial de Morelos
- Región donde se concentra el mayor número de impactos ambientales y presiones al sistema natural
- Importancia socioeconómica, cultural y turística
- Área de mayor riqueza biológica e importante corredor biológico entre áreas naturales protegidas y forestales del norte y sur de Morelos, así como las de los estados de México y Ciudad de México.
- Importancia hidrogeológica, por contener los acuíferos de Cuernavaca y Zacatepec, los cuales son de vital importancia para el abastecimiento de agua potable y riego en casi la mitad occidental del estado de Morelos.
- Contiene los sistemas lénticos de mayor relevancia en el estado, tales como: Las Lagunas de Zempoala, Coatetelco, El Rodeo y Tequesquitengo
- Comprende numerosos manantiales, entre los que destacan: El Tepeite, Chapultepec, Las Fuentes, Santa Rosa (Chiconcuac), Chihuahuita y El Salto o Hueymilpa, entre otros.
- Incluye uno de los sistemas criptorréicos volcánicos más extensos de América

Es importante destacar que, para la delimitación del área de estudio del Plan, se considera la delimitación y manejo por microcuencas hidrológicas, modificando lo propuesto por la UICN (2009), World Vision (2000) y FAO (2007) de solo considerar a las microcuencas hidrográficas.

El área de incidencia del Plan comprende la Región Norponiente del Estado de Morelos (RNEM) (Figura 1), que forma parte de la cabecera de la Región Hidrológica del Río Balsas, tiene una superficie de 1, 505 km², un perímetro de 211.692 km, se ubica entre las entidades de Morelos, Estado de México, y ciudad de México, comprende los municipios de: Huitzilac, Cuernavaca, Temixco, Miaatlán, Xochitepec, Tlaltizapan, E. Zapata, Jiutepec y Tepoztlán, en el edo. de Morelos. Ocuilan, Edo. de México. Del. Tlalpan, Ciudad de México.

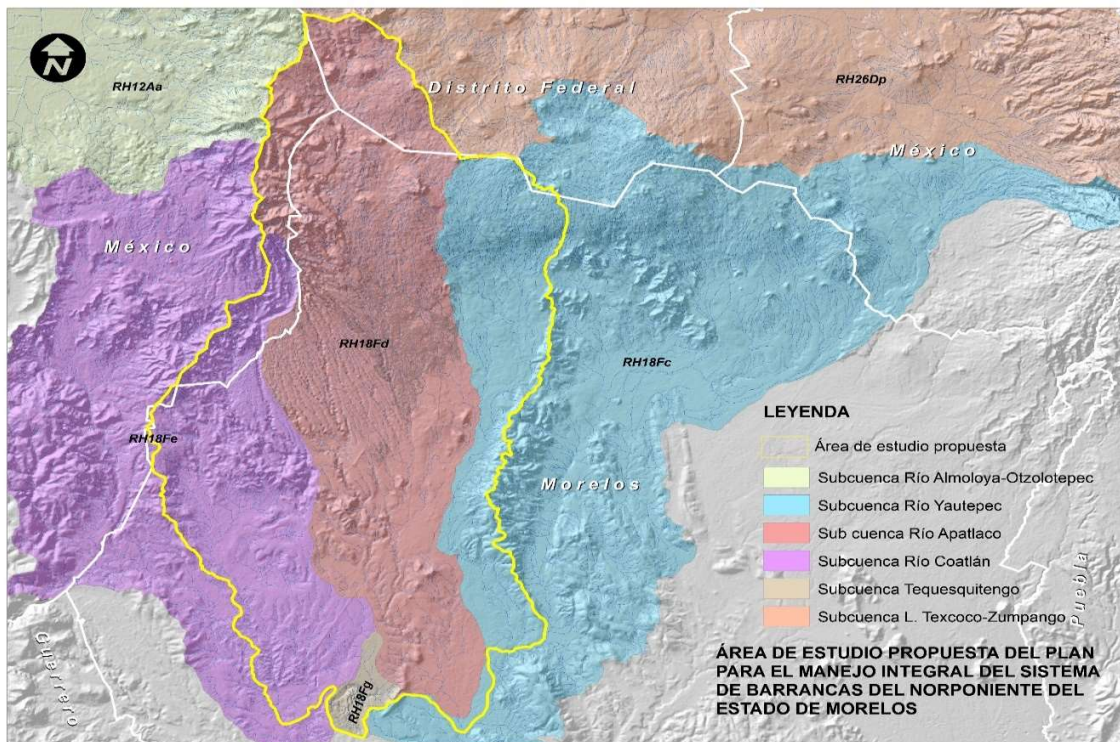


Figura 1.- La región norponiente del estado de Morelos y del área de estudio (Jaramillo y Pohle 2017)

D.- Coloquios multidisciplinarios e intersectoriales. - Los cuatro coloquios se realizaron en las instalaciones de El Colegio de Morelos en el segundo semestre del año 2017 y primer semestre del 2018, con el objetivo de reunir a expertos, autoridades, interesados, actores sociales, poseedores de la tierra y público en general, e ir revisando e integrando el Plan. A continuación, se describen los temas tratados de cada uno de estos coloquios:

Primer Coloquio para definición del proyecto. - Se partió del análisis de los planes de manejo previos elaborados para el área de incidencia del Plan. En este primer coloquio se buscó hacer lo siguiente:

- Un Primer acercamiento y sensibilización sobre la importancia estratégica de retomar el tema de manejo del sistema de barrancas.
- Análisis del proyecto para la elaboración y puesta en marcha del Plan para el Manejo Integral del Sistema de Barrancas del Norponiente de Morelos (PMISBNM)
- Análisis general del contenido del PMISBNM, del proceso y métodos para elaborarlo,
- Análisis de los dos planes previos elaborados, propuestos para el manejo de las barrancas de Cuernavaca y del Norponiente de Morelos respectivamente (IMTA-FGRA 2012, CyN Ingeniería y Consultoría de Morelos 2013), y definir si se podían retomar y actualizar para el PMISBNM.
- Definición del área de estudio e incidencia del PMISBNM

Se realizaron presentaciones sobre el proyecto, la metodología y contenido y análisis general sobre los dos planes previos y la zona de estudio propuesta, los invitados pudieron participar dando su opinión basándose en preguntas guía, y llegando a acuerdos sobre los temas tratados.

El **Segundo Coloquio** se realizó con el objetivo de exponer y analizar por parte de líderes y expertos las experiencias previas que se han tenido en cuanto a planificación y manejo de las barrancas del norponiente de Morelos, las lecciones aprendidas para retomar en la actualización y puesta en marcha del PMISBNM. Las principales preguntas por responder durante este coloquio fueron: ¿Por qué a pesar de todo lo que se ha hecho para buscar el rescate de las barrancas no hemos sido capaces de solucionar el problema?, ¿Cuáles son los errores? y ¿Cuáles las alternativas para solucionarlo?

Para este coloquio se contó con la participación de actores clave conocedores de las barrancas, con liderazgo comunitario y que aportaron al proceso, y principalmente que han desarrollado acciones a favor de las barrancas, y estaban dispuestos en compartir sus experiencias y juntos valorar los avances, o detectar las causas que han limitado o impedido la continuidad de algunos esfuerzos, y detectar las alternativas de soluciones para poder tener continuidad en la gestión para el manejo integral de las barrancas.

El **Tercer Coloquio** de barrancas tuvo como objetivo realizar el análisis del diagnóstico y problemática para la conservación de las barrancas en relación con cada uno de los principales temas por abordar en el PMISBNM, la revisión de proyectos por retomar de planes de manejo

previos, o propuestas de nuevas acciones. Este coloquio se organizó en 7 mesas de trabajo con los temas principales detectados en los anteriores coloquios, las cuales fueron: Biodiversidad y áreas naturales protegidas, Manejo y gestión del agua, Manejo de residuos sólidos, Asentamientos irregulares, ordenamiento territorial y zonificación, Fortalecimiento institucional y legislación, Financiamiento, Participación ciudadana y educación ambiental. En cada mesa se desarrolló uno de estos temas y se detectaron las problemáticas y las alternativas de solución.

En el **Cuarto Coloquio** tuvo como objetivo realizar la revisión del borrador final del Plan, así como de la propuesta para la creación y funcionamiento del Comité intersectorial para el manejo del Sistema de barrancas del Norponiente de Morelos. Este coloquio se organizó en 5 mesas de trabajo con los temas principales detectados en los anteriores coloquios, las cuales fueron: 1. Biodiversidad y áreas naturales protegidas, 2. Manejo y gestión del agua, 3. Manejo de residuos sólidos, 4. Ordenamiento territorial, 5. Fortalecimiento institucional, legislación y financiamiento, y 6. Participación ciudadana y educación ambiental. En cada mesa se detectaron las problemáticas y las alternativas de solución. Con base en las observaciones y propuestas obtenidas se elaboró el borrador final del Plan, el cual se envió vía electrónica, a los participantes en los cuatro coloquios para su revisión, y con base en las observaciones que se recibieron se integró el documento final, el cual aún requiere de diseño, edición y publicación.

Bibliografía del capítulo II:

Bassi, L. 2007. Guía metodológica para el manejo participativo de microcuencas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Guatemala, Guatemala.

Bourdieu, Pierre; Wacquant, Loïc (1992). An Invitation to Reflexive Sociology [Una invitación a la sociología reflexiva]. Chicago: University of Chicago Press. ISBN 9-78-022606741-4.

_____, P. 1996. Raisons pratiques. París: Seuil, coll. Points

_____, P. y Wacquant, L. (1995), Respuestas por una antropología reflexiva, Grijalbo México, pág. 167, 178, 180.

_____, P. (1998), La distinción, Taurus, Madrid, pág. 513-529.

_____ (2000), La miseria del mundo, Fondo de Cultura económica, Buenos Aires, pág. 533.

_____, P. Chamboredón, J.C y Passerón, J.C. (2002), El oficio del sociólogo. Presupuesto epistemológico, Siglo veintiuno editores, Buenos Aires, pág. 16, 37, 66.

Bunge, V. Cotler, H. Iura, D. Enriquez, C. 2015. Incorporación del enfoque de cuencas en los ordenamientos ecológicos. En: Burgos, A., Bocco, G., Sosa Ramírez, J. (Coordinadores) (2015), *Dimensiones sociales en el manejo de cuencas*, UNAM/CIGA, 308 pp. Disponible para libre descarga en: www.ciga.unam.mx/publicaciones/

Burgos, A., Bocco, G., Sosa Ramírez, J. (Coordinadores) (2015), *Dimensiones sociales en el manejo de cuencas*, UNAM/CIGA, 308 pp. Disponible para libre descarga en: www.ciga.unam.mx/publicaciones/

Cárdenas Tamara, F. 2002. Antropología y ambiente, enfoques para una comprensión de la interacción ecosistema y cultura. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. 215 p.

Castro Herrera, G. 2004. "De civilización y naturaleza. Notas para el debate sobre historia ambiental latinoamericana". En: *Procesos Revista Ecuatoriana de Historia*. No. 20, II semestre de 2003/ I semestre de 2004. Quito: Corporación Editorial Nacional.

Ceccon, E., Flores, L. 2012. Lecciones y vivencias ambientales en Morelos: la Sociedad civil. CRIM-UNAM. 120 p.

Cotler, H., Caire, G. 2009. Lecciones aprendidas del manejo de cuencas en México. INE. 380 p.

Crumley, C. (Ed). 1994. *Historical Ecology*. School of American Research, Santa Fe.

Chávez, C. 2016. El manejo integral de cuencas, herramienta para transitar a un desarrollo sustentable. 419 | 27 enero 2016 | [Recursos Naturales](#).

CyN Ingeniería y Consultoría de Morelos. Ayuntamiento de Cuernavaca, Huitzilac, Temixco y Xochitepec. 2013. Plan Estratégico para la Recuperación Ambiental de las Barrancas del Norponiente de Cuernavaca. 294 p.

Dourojeanni, A., A. Jouravelev, y G. Chávez. 2002. Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica. Naciones UNIDAS, CEPAL-ECLAC, El Colegio de México. 79 p.

Dourojeanni, A., A. Jouravelev, 2002. Evolución de las políticas hídricas en América Latina y el Caribe. CEPAL. Santiago de Chile.

Dourojeanni, A. 2004. Si sabemos tanto sobre qué hacer en materia del manejo integrado del agua y cuencas ¿Por qué no lo podemos hacer? En: El manejo integral de cuencas en México. Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. Helena Cotler, compiladora. SEMARNAT-INE. Pp:135-172.

Chiau Amparan, A. 1998. La teoría de los campos en Pierre Bourdieu, <http://www.juridicas.unam.mx/publica/librev/rev/polis/cont/19981/pr/pr8.pdf>

FAO, 2007. La nueva generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas. FAO, Roma, 139 pp.

IDEAM (Instituto de Hidrología, meteorología y estudios ambientales). 2004. Curso Planificación del Territorio Rural. Orientaciones para la elaboración del Diagnóstico Territorial. Bogotá, Colombia.

García-Barrios, R., V. Díaz Hinojosa, L. Cortés Vázquez, G. Torres Godínez, J. Salazar Guzmán, F. Jaramillo Monroy, R. Morales Vázquez, G. Miranda García, J. L. Alquiciras Solís, C. T. Wiltshire

Henríquez, D. Pineda Fernández, M. Tapia Uribe, G. Torres Gómez, C. Añorve Millán, J.M. Zaragoza Contreras, O. Pohle Morales y M. Garzón Zúñiga, 2007, "Rescatando el Salto de San Antón: una historia reciente de construcción institucional". *Economía Mexicana*, Nueva Época, vol. XVI, núm. 2, segundo semestre.

García-Barrios, R., Jaramillo-Monroy, F. López-Miguel, C. 2007b. Formulación y diseño de un Sistema de Información Geográfica referido a la Planificación y Gestión del Patrimonio Natural y Cultural de las cuencas de los Ríos Apatlaco y Tembembe, Morelos. CRIM-UNAM

García-Barrios, R. Torres-Gómez, G. Jaramillo, F. 2008. Las Barrancas de Cuernavaca. CRIM-UNAM. 14 p. http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgipea/pon_barranca_cuernavaca.pdf

García-Barrios, R. 2012. La disputa por el territorio, y su ordenamiento en Cuernavaca, Parte 1. Cultura y representaciones sociales. Año 13 no. 7 Sep 2012. Pp: 136-184.

García-Barrios, R. 2013. La disputa por el territorio, y su ordenamiento en Cuernavaca, Parte 2. Cultura y representaciones sociales. Año 7 no. 14, Mar 2013. Pp: 67-99.

García-Barrios, R. et al. 2015. La necesidad de autonomía de la política ambiental y el Instituto Morelense de Planificación Estratégica Ambiental. En: Perspectivas del Ordenamiento territorial ecológico en América y Europa. Sorani, V. Alquicira M.L. (editores). ISLPEP. pp:17-52.

Guzmán, M.A.A. 2010. Participación comunitaria y prácticas alternativas, hacia el manejo integral de cuencas, el caso de los Altos centrales de Morelos. UAEM, Juventud y Familia, A.C. Plaza y Valdez Editores. 241 p.

Gobierno de la Ciudad de Jiutepec. 2012. Boletín 718. <http://www.municipiojiutepec.gob.mx/boletines2012/mayo/13mayo718.htm> consultado el 27 de Junio de 2012.

Gobierno del Estado de Morelos 2013. Estudio Técnico Justificativo para decretar como área natural protegida el Río las Fuentes en los municipios de Emiliano Zapata y Jiutepec, Estado de Morelos. 5 de julio de 2013.

Gobierno del Estado de Morelos 2017. Cumple Graco Ramírez, será "Los Venados", el primer Parque Estatal Metropolitano. Lunes 5 de Junio de 2017. <http://morelos.gob.mx/?q=prensa/nota/cumple-graco-ramirez-sera-los-venados-el-primer-parque-estatal-metropolitano>

IMTA. 2007. Plan estratégico para la recuperación ambiental de la cuenca del río Apatlaco. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Cuernavaca, Morelos.

IMTA, FGRA, SEMARNAT, CEAMA CONAGUA, 2008. Plan Estratégico para la recuperación la Cuenca del Río Apatlaco. 172 p.

IMTA-FGRA, 2012. Plan integral para el manejo sustentable de las Barrancas del Norponiente del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos. 291 pags, mas 10 anexos.

Jaramillo, F. 2008. Propuesta para la creación y manejo de un área natural protegida en el Salto de San Antón, Cuernavaca, Morelos, México, Tesis de Maestría, Universidad Internacional de Andalucía, España. 396 p. 12 mapas.

Jaramillo, F. 2010. La situación de las barrancas de Cuernavaca. En: El arte de conservar las Barrancas del Estado de Morelos. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT. Pp:16-37

Jaramillo, F, y Pohle, O. 2017. Plano del área de incidencia del Plan de manejo integral del Sistema de Barrancas del Norponiente de Morelos. En El Colegio de Morelos 2018. Plan de manejo integral del Sistema de Barrancas del Norponiente de Morelos.

Lasso Otaya, H.H. 2014. Historia ambiental del río Machángara en Quito del siglo XX. Tesis de Maestría. Flacso, Ecuador. 120p.

López, C.E., M.C. Cano. 2004. Cambios ambientales en perspectiva histórica. Universidad tecnológica de Pereira, Colombia. 248 p.

López, C.E., M.C. Cano y Rodríguez, D.M. 2006. Cambios ambientales en la perspectiva histórica, Ecología histórica y cultura ambiental, Vol. 2. Universidad tecnológica de Pereira, Colombia. 240 p.

López, C.E. y Cano, M.C. 2008. Aportes de la Ecología Histórica a la Cultura Ambiental. Tomado de: Ecología Histórica: *Interacciones Sociedad-Ambiente a Distintas Escalas Socio-Temporales*. Universidad Tecnológica de Pereira-Universidad del Cauca-Sociedad Colombiana de Arqueología. Pereira, Colombia. Compilación y Edición: López, C. E. y G. A. Ospina (Compiladores) 2008. © ISBN: 978-958-722-001-8

López Cataño, 2008. Ecología histórica e historia ambiental herramientas teórico-metodológicas para el estudio de paisajes culturales. Universidad Pereyra, Colombia.

López, C.E. Ospina, G.A.2008. Ecología histórica, interacciones entre sociedad-ambiente a distintas escalas socio-temporales Universidad Tecnológica Pereyra, Colombia

Maass, J.M. 2015. El manejo de Cuencas desde un enfoque socio-ecosistémico. En Cuencas de México, No. 1 Año 1, abril-junio 2015. pp: 3-8.

Moreno, D. y Montanari, C. 2008. Más allá de la percepción: Hacia una Ecología histórica del paisaje rural en Italia. Cuadernos geográficos 43 (2008-2): 29-49.

Moreno, D y Poggi, G. 1996. Ecología histórica, caracterización etnobotánica y valorización de productos de la tierra. Agricultura y sociedad 1980-81. Jul-Dic 1996): pp 169-180.

Oswald-Spring, U. 1988. La crisis entre los grupos marginales urbanos y rurales (el caso de Morelos). Aportes a la investigación / 30. UNAM-CRIM. 31 p.

Oswald-Spring, U. y Hernández-Rodríguez, M.L. 2005. El valor del agua: una visión socioeconómica de un conflicto ambiental, México, Tlaxcala, Coltlax, Conacyt, Sefoa/Coordinación de Ecología. 382 p.

Rosa, P.C. 2009. La ciencia que se está haciendo. reflexiones metodológicas de la mano de Pierre Bourdieu. KAIROS. Revista de Temas Sociales. Publicación de la Universidad Nacional de San Luis. Año 13. Nº 24. Noviembre de 2009.

San Román, L. 2009. Espacios naturales limpios. Agenda local 21 de las barrancas de Cuernavaca. Ayuntamiento de Cuernavaca, Gobierno del Estado de Morelos, UCI. 233 p.

SEMARNAT 2013a. Cuencas hidrográficas, Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión. 36 p.

UAEM-UNICEDES, 1999. Perspectivas para el Desarrollo Social en la microcuenca del Río Apatlaco. 460 p.

UNAM 2008. Macroproyecto Manejo de Ecosistemas y Desarrollo Humano. Informe de actividades 2005-2008. Secretaría de Desarrollo Institucional, FC, FCI. CRIM, CIECO. 192 p.

UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), 2009. Guía para la Elaboración de Planes de Manejo de Microcuencas. Basada en la sistematización de la experiencia del Proyecto Tacaná, desarrollada en San Marcos, Guatemala.

Urbina-Torres, F., Mejía-Mojica, H. y Guzmán-Ramírez, N.B. 2013. Estudio Técnico Justificativo para la propuesta de Área Natural Protegida Barrancas Urbanas de Cuernavaca. CIB-UAEM, Secretaría de Desarrollo Sustentable, GEM.

Vargas, S.; Güitron, A.; Hernández, C. 2010. Guía para la construcción de consensos en la gestión integrada del agua. IMTA, México, 178 p.

World Vision. 2000. Manual de manejo de cuencas. Visión Mundial Canadá. 107 p.

CAPÍTULO III.- ANÁLISIS HISTÓRICO, BIOFÍSICO Y FUNCIONAL DE LA MICROCUENCA DE EL PANTANO*

Resumen: Se analiza la evolución biofísica de la región norponiente del Estado de Morelos (RNEM) y específicamente de la microcuenca hidrológica de El Pantano (MHEP), desde el periodo Cretácico y hasta la actualidad, así como también el proceso de la presencia y uso humano de este territorio desde la prehistoria, la historia y la actualidad, y cuales han venido siendo sus impactos sobre el agua, el suelo y la biodiversidad. Como consecuencia del proceso de evolución geohidrológica, biótica y climática de la RNEM y de la MHEP, se propició la sucesión de diversos ecosistemas, con territorios y paisajes ambientalmente ricos y variados, con diversidad de ecosistemas, con agua abundante (superficial y subterránea) que vincula a las distintas regiones de este territorio, tierras fértiles y de la mejor calidad para la producción agrícola, variedad de microclimas para el confort humano durante todo el año, lo que facilitó el desarrollo de diversas culturas en la región y en la MHEP, desde hace 7000 años. Sin embargo, toda esta riqueza natural se ha venido perdiendo en los últimos cien años, y más aceleradamente en los últimos cuarenta años, en que hemos deteriorado o destruido la mayor parte de sus ecosistemas naturales, de su agua, de sus tierras fértiles, de sus paisajes, y en contraposición a un explosivo crecimiento de la población humana que demanda cada vez mayor cantidad de recursos naturales. Con un enfoque geográfico y funcional de microcuenca hidrológica, se realizó un análisis del entorno biofísico, socioeconómico, del funcionamiento y manejo ambiental actual de la MHEP y, en base a este conocimiento, se busca entender los patrones de los usos actuales y las interacciones que existen entre esta y otras microcuencas de la RNEM. La MHEP depende de un sistema de flujo regional conectado a cuencas adyacentes en términos de cantidad y calidad del agua, uso del suelo, contaminación y expansión urbana e industrial. Del análisis de interacción entre los subsistemas social y natural podemos observar que en la MHEP se presenta inestabilidad entre los diversos usos del suelo, e inestabilidad con las zonas vecinas por el mal manejo del agua superficial y subterránea en la región, a partir de lo cual se observan dos posibles escenarios para el futuro de la MHEP y RNEM: 1.- el escenario tendencial en el que se pierdan las áreas agrícolas, de viveros y espacios verdes, las cuales se irán transformando en fraccionamientos y unidades habitacionales. La modificación del microclima, la disminución de las áreas de captación e infiltración de agua al acuífero, y de la cantidad y calidad del agua superficial, pérdida de la biodiversidad y disminución de la calidad de vida de los seres humanos y demás seres vivos que habitan en la MHEP y la región. Y 2.- otro posible escenario resultado de la gestión y manejo de los ecosistemas naturales y transformados a nivel regional, en el que se logre una auténtica gobernanza en la planificación y gestión del territorio, del agua y la biodiversidad, logrando un equilibrio entre los distintos usos del territorio.

*En el Anexo III.1 se presenta el artículo que se envió a publicar correspondiente a este capítulo

CAPÍTULO III.- ANÁLISIS HISTÓRICO, BIOFÍSICO Y FUNCIONAL DE LA MICROCUENCA DE EL PANTANO

UBICACIÓN DE LA RNEM Y LA MHEP

La delimitación de la RNEM (Figura 1) fue elaborada por García-Barrios *et al.* (2007) en el trabajo sobre el patrimonio natural y cultural de las cuencas del río Apatlaco y Tembembe

(CRIM-UNAM). La RNEM, forma parte de la cabecera de la Región Hidrológica del Río Balsas, tiene una superficie de 1, 505 km², un perímetro de 211.692 km, se ubica entre las entidades de Morelos, Estado de México, y ciudad de México, comprende los municipios de: Huitzilac, Cuernavaca, Temixco, Miaatlán, Xochitepec, Tlaltizapan, E. Zapata, Jiutepec y Tepoztlán, en el edo. de Morelos. Ocuilan, Edo. de México. Del. Tlalpan, CDMX.

La RNEM es importante debido a que en ella se da continuidad de los sistemas hidrológicos que tienen su origen en el norponiente del estado de Morelos, se localiza la mayor parte de la población, área urbana e industrial de Morelos, es un área de gran riqueza biológica e importante corredor biológico entre áreas naturales protegidas y forestales del norte y sur de Morelos, así como las de los estados de México y Ciudad de México, y es de importancia hidrogeológica, por contener los acuíferos de Cuernavaca y Zacatepec, los cuales son de vital importancia para el abastecimiento de agua potable y riego en casi la mitad del estado de Morelos. La MHEP es endorreica y se localiza en el surponiente del municipio de Jiutepec, en el centro-oriente de la RNEM, y tiene una extensión de 294 hectáreas (Figura 2). Su altitud media es de 1,437 msnm. Su geología comprende estructuras tectónicas de naturaleza sedimentaria y volcánica. El clima es Cálido Subhúmedo, con temperatura y precipitación media anual de 21.9 °C, y 1,021 mm respectivamente.

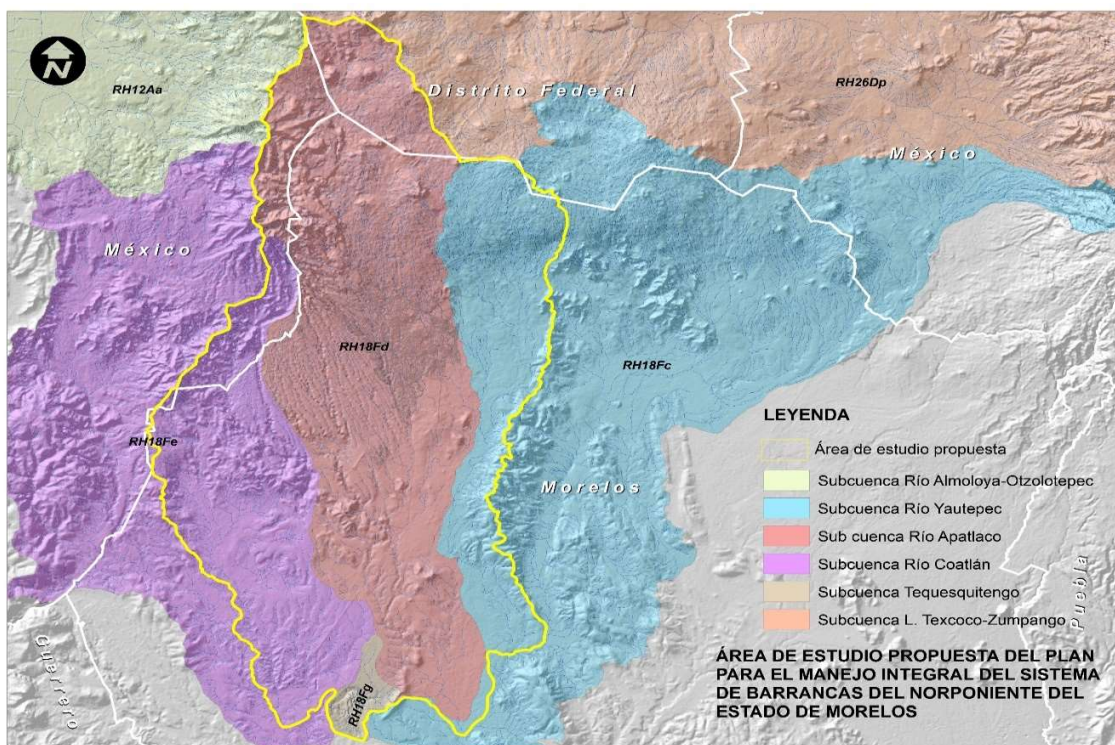


Figura 1.- La región norponiente del estado de Morelos (Jaramillo y Pohle 2018)

Capítulo III.- Análisis histórico, biofísico y funcional de la microcuenca de El Pantano

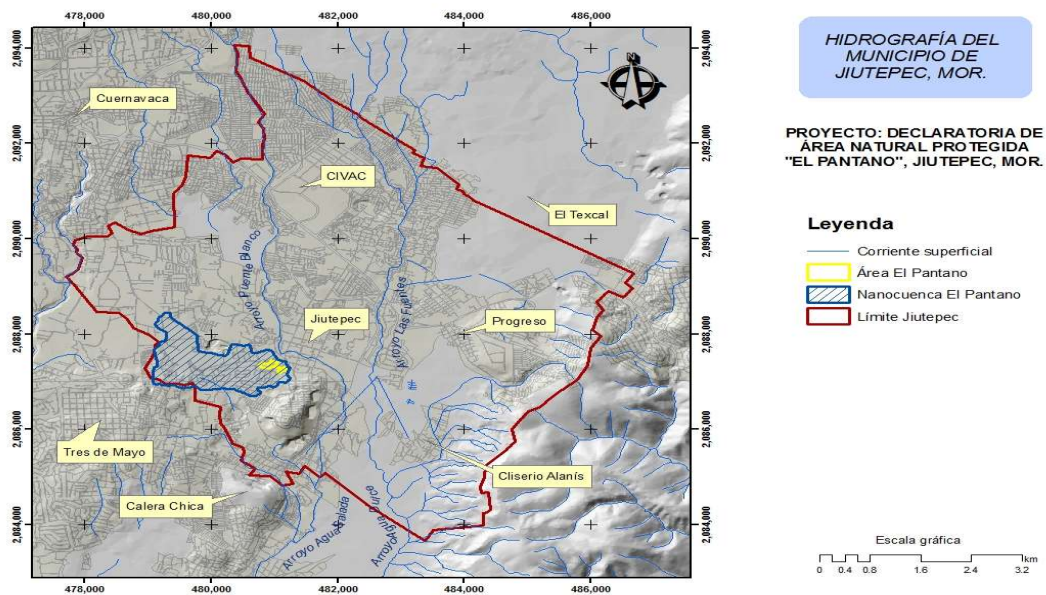


Figura 2.- Localización de microcuenca El Pantano, en el municipio de Jiutepec (Pohle 2012)

EVOLUCIÓN FÍSICA Y BIÓTICA DE LA RNEM Y DE LA MHEP

En los periodos Triásico y Jurásico, hace unos 225 millones de años el territorio de lo que hoy es Morelos fue sucesivamente cubierto y descubierto por agua de mar, y en esos periodos geológicos se depositaron hasta varios kilómetros de espesor de sedimentos formados principalmente por carbonato de calcio procedentes de conchas de moluscos, rudistas y otros organismos marinos (Aguilar Benítez 1998). Hasta hace unos 135 millones de años el territorio de lo que hoy es el estado de Morelos y la mayor parte del centro, sur y sureste de México, se encontraban sumergidos bajo del lecho marino, y a partir de esa época debido al proceso de la tectónica de placas comenzó a emerger dicho territorio e ir subiendo sobre él nivel del mar y las capas de roca calcárea que sufrieron fuertes compresiones, y fueron afectadas por profundas fallas y plegamientos originados por movimientos tectónicos actualmente inactivos.

Desde el punto de vista geológico, la MHEP y el municipio de Jiutepec se localizan dentro de la zona de transición entre la Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre del Sur, lo que le confiere características geológicas particulares, donde coexisten estructuras volcánicas de edad reciente con antiguas rocas sedimentarias de origen marino. Debido a esto, destacan dentro de la MHEP cuatro grupos de estructuras geomorfológicas, siendo las más representativas: los cerros de Zintepec, Palmira y Tezontle (actualmente convertido en una excavación abandonada) que son en realidad edificios volcánicos inactivos; una amplia planicie volcánica donde se asienta la mayor parte del área urbana y superficies de cultivo; los cerros de Jiutepec (Figura 3), la Calera Chica y la Sierra de Montenegro, formados por el plegamiento de rocas marinas cretácicas (aprox. Entre 135 a 65 millones de años antes del presente); y depresiones del terreno, de edad geológica muy reciente, originadas por la disolución y hundimiento de rocas calcáreas y dolomíticas.



Figura 3.- La MHEP vista de norponiente a suroriente, al fondo se observa el Cerro de Xiutepetl, que muestra diversas formaciones de capas de roca calcárea, que posiblemente se originaron de un antiguo lecho marino hace más de 100 millones de años, a partir de un antiguo ecosistema de coral, de lo cual aún se observan fósiles contenidos en dichas rocas (Corona 2010).

A principios de la era Cenozoica, hace unos 60 millones de años, se formaron dos grandes fosas tectónicas (Una fosa tectónica o graben es una larga depresión limitada en ambos lados por fallas normales paralelas, que dejan bloques elevados -horst-) o depresiones en la zona de Cuernavaca y Jiutepec (San Gaspar), que corrían del noreste al suroeste y limitadas al oriente por la Sierra de Monte Negro, y al poniente por la Sierra de Ahuatenco, y al centro por los cerros de Jiutepec y Calera Chica. Estas fosas tectónicas funcionaban como dren de la Cuenca de México, que entonces era exorreica y drenaba hacia Morelos llevando gran cantidad de sedimentos hacia dichas fosas tectónicas, dado que no existía entonces la cordillera del Chichinautzin. Por lo que estas fosas se fueron cubriendo de sedimentos durante un lapso de más de 50 millones de años, debidos a la fuerte erosión hídrica, y el vulcanismo al que estuvo sujeta la RNEM en diversos periodos.

Durante la era Cenozoica se desarrolló, en la parte norte de lo que hoy es el actual estado de Morelos y la región central de México, un periodo eruptivo de diversos volcanes que fueron formando lo que hoy se conoce como el Eje Neovolcánico o Faja Volcánica Transmexicana. Hacia el nororiente de Morelos estos primeros volcanes formaron lo que hoy es la Sierra Nevada (Volcanes Iztaccíhuatl y Tláloc en el nororiente). Hace unos 25 millones de años se inició la formación de los Volcanes de Tepoztlán, que constituyen la zona volcánica más antigua de Morelos, y los acantilados que hoy vemos entre Tepoztlán y Tlayacapan, y las Sierra de Ahuatenco-Chalma, están formados de lava volcánica antigua altamente intemperizada.

Hace unos 10 millones de años inicio otro periodo eruptivo que formo la actual cordillera de Zempoala, en RNEM, y las zonas vecinas del Estado de México y la Ciudad de México, y el último periodo eruptivo se dio a partir de hace unos 2 millones de años hasta el presente, en que se inició la formación de la cordillera del Chichinautzin, con lo cual se formó la cuenca endorreica de México y se tapó u obturo el flujo hidráulico y se cubrió de

sedimentos la cuenca de Cuernavaca y las fosas tectónicas; alrededor del Volcán Chichinautzin surgieron diversos volcanes secundarios que derramaron su lava hacia el territorio de lo que actualmente son los municipios de Tepoztlán, Jiutepec, Cuernavaca, Zapata y Tlaltizapán cubriendo con lava la mayor parte de la roca calcárea que aún se encontraba superficialmente, así como sepultando en parte la lava de las antiguas erupciones de los volcanes de Tepoztlán y Zempoala, y cubriendo también antiguas barrancas, y se formaron lo que hoy conocemos como los valles de Cuernavaca, Tepoztlán y Jiutepec, y que a nivel superficial están cubiertas por los “Texcales” (lava volcánica reciente), que constituyen una importante zona de recarga, almacenamiento y flujo de agua subterránea.

Estratigrafía regional y de la MHEP.- De acuerdo a la columna estratigráfica descrita por Fries (1956, 1960), las diversas unidades estratigráficas que afloran en Jiutepec, abarcan desde el Cretácico Inferior (hace 135 millones de años) al Reciente, las cuales se muestran en el siguiente mapa geológico (Figura 4):

Formación Morelos. - Son rocas marinas del periodo Cretácico Inferior, constituidas por calizas y dolomías de espesor medio a grueso. Su color varía de gris claro a oscuro. Estas rocas se encuentran distribuidas en la parte superior de la Sierra de Montenegro y laderas de los cerros de Jiutepec, La Calera y El Vigilante.

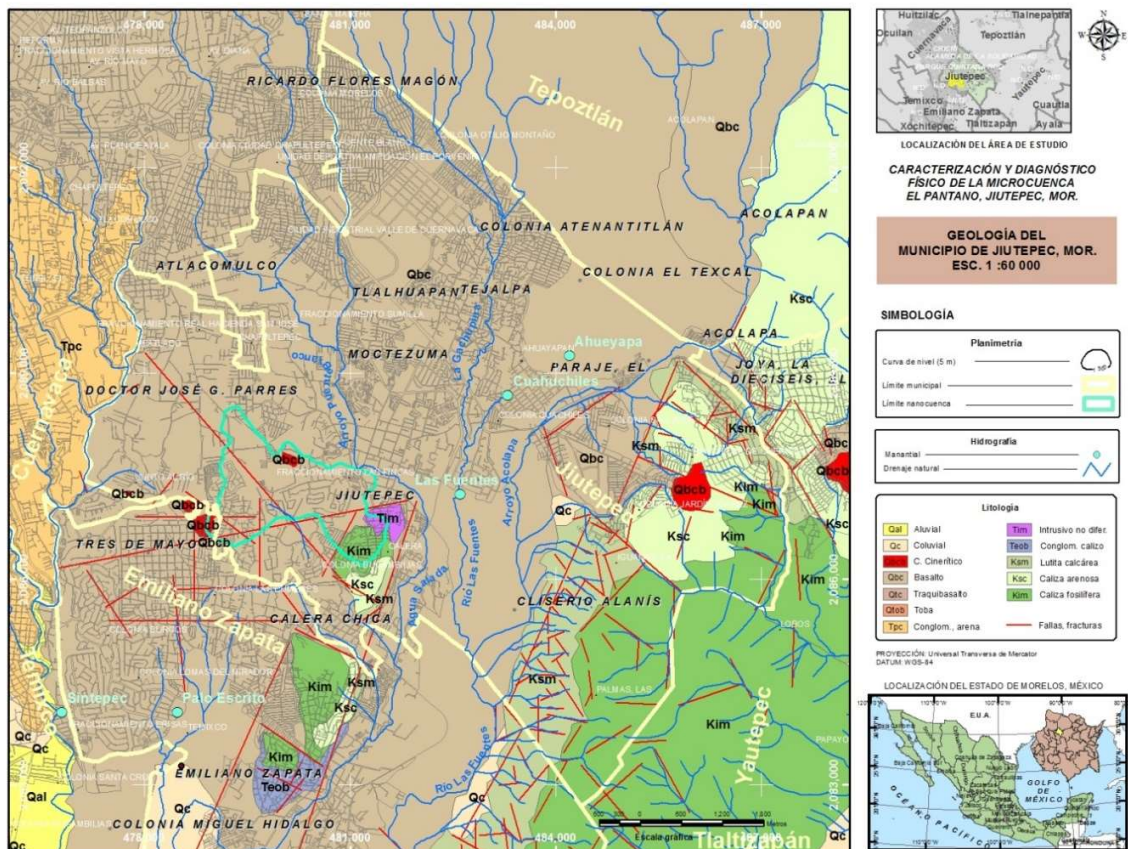


Figura 4.- Geología del municipio de Jiutepec, Mor., y de la MHEP (Pohle 2015)

Formación Cuautla.- Son rocas marinas del Cretácico Superior que se constituye de calizas con lentes y nódulos de pedernal, así como fósiles silicificados. Esta Formación junto con la Morelos, por efectos orogénicos sufrieron un intenso fracturamiento que en muchos sitios fue sellado por calcita. Subyace a la formación anterior y ocupa una estrecha franja de la Sierra de Montenegro donde se presenta con una estratificación delgada de coloración rojiza.

Formación Mexcala.- Esta Formación consiste de depósitos marinos del Cretácico Superior, mostrándose como capas interestratificadas de arenisca, limolita y lutita calcárea, con escasos lentes de calizas clásticas. Sobreyace a la Formación Cuautla, y está cubierta a su vez, por depósitos clásticos del Grupo Balsas. Su expresión topográfica consiste en lomeríos bajos y redondeados que ocupan la base de la Sierra de Montenegro, donde se observa también un drenaje más desarrollado.

Grupo Balsas.- Son rocas del periodo Eoceno Superior y comprende a una gran variedad de tipos de rocas entre los que se incluyen, evaporitas, conglomerados de calizas que muestran una característica coloración rojiza, yesos lacustres y coladas máficas con capas vulcano clásticas. Estas rocas se encuentran expuestas en las partes bajas de la Sierra de Montenegro, cubriendo a la unidad anterior, como material de talud y comprende una intercalación de brechas y conglomerados calizos de coloración rojiza con horizontes francamente arcillosos.

Formación Tepoztlán.- Son rocas del periodo Mioceno que se ubican en la parte Norte, ya dentro del municipio de Tepoztlán; y se encuentran constituidas por capas vulcano-sedimentarias intercaladas con depósitos de tipo lahar, de composición predominantemente andesítica. Debido a su estructura, donde se alternan capas suaves con brechas muy compactas, su erosión diferencial ha dado lugar a grandes torres de forma prismática y paredes verticales separadas por amplias fracturas, que le confieren formas escalonadas muy características, simulando una construcción ciclópea.

Formación Cuernavaca.- Son rocas del Plioceno Tardío que afloran en el extremo Norponiente de Jiutepec, y dentro del municipio de Cuernavaca. Esta unidad se encuentra bajo la superficie del territorio de Jiutepec, ocupando casi dos terceras partes del subsuelo dentro de su territorio y constituye la principal fuente de abastecimiento de agua potable, alumbrada a través de los pozos profundos que se localizan en el municipio. Se compone de depósitos clásticos continentales poco consolidados, derivados de la Andesita Zempoala y la Formación Tepoztlán. Su expresión morfológica característica corresponde con el amplio abanico aluvial denominado Glacis de Buenavista y el extenso valle surcado por profundas barrancas que se prolonga hacia el sur y sureste del estado, en los límites con Guerrero.

Grupo Chichináutzin.- Integrado por rocas de los periodos Pleistoceno y Cuaternario, toma el nombre del volcán situado en las cercanías del poblado de Tres Marías, y se integra de una sucesión de coladas de lava, estratos de tobas, brechas y materiales clásticos estratificados de composición andesítica y basáltica. Se encuentran cubriendo a la Formación Cuernavaca en la mayor parte del valle de Jiutepec.

Sobreyaciendo a todas las rocas anteriores se encuentran los depósitos clásticos continentales del periodo Pleistoceno, formados por derrames de lava o conos cineríticos que produjeron materiales poco consolidados que varían desde detritus angulosos y

gruesos hasta limos y arcillas, así como cantidades menores de marga, turba, ceniza volcánica, loess, travertino y tufa. Finalmente, la secuencia estratigráfica se completa con Depósitos Aluviales Cuaternarios del periodo Holoceno, integrados por depósitos sedimentarios clásticos continentales con menor porcentaje de elementos volcánicos que el estrato anterior.

Geología estructural. - A partir de la Época Pliocénica Inferior, hace aproximadamente 15'000,000 de años antes del presente (A.P.), el relieve de lo que conocemos actualmente como Valle de Cuernavaca, se caracterizaba por un amplio valle labrado sobre dos fosas tectónicas cuyo rumbo Noreste-Suroeste, aún es visible. Una de estas fosas es la delineada por la Sierra de Montenegro, el valle de San Gaspar y los cerros de Jiutepec, en la parte oriental; misma que se extiende desde las cercanías de Zacatepec al Sur, hasta la Sierra de Tepoztlán en la parte Norte. La segunda fosa tectónica de mucho mayor amplitud se encuentra actualmente sepultada por los potentes depósitos de lahar que constituyen el Glacis de Buenavista (facies de la Formación Cuernavaca) y los escurrimientos de lava más recientes.

Dentro de este antiguo paisaje, también sobresalían las grandes masas volcánicas de Zempoala, el Ajusco y la Sierra de las Cruces, todas ellas localizadas en la zona Norponiente, y una parte de la actual Sierra Nevada en el lado opuesto, conformada por grandes edificios volcánicos de composición andesítica, como son: el Iztaccíhuatl y el Cerro de Tláloc. La coincidencia en la alineación de estos grandes complejos volcánicos con las fosas tectónicas de México y Cuernavaca, señalan la correlación entre una intensa actividad volcánica que inicia en la Era Cenozoica (65,000,000 años A.P.) y las grandes fallas transversales de tensión que se extienden a gran profundidad dentro del macizo continental mexicano. Durante esta época, inicia el transporte y depósito de grandes volúmenes de detritus de composición principalmente andesítica, debido a intensos procesos erosivos asociados a las fuertes pendientes que acusaban las grandes estructuras volcánicas y un régimen de grandes lluvias torrenciales, evidenciadas por la alternancia de depósitos de tipo lahar y sedimentos mejor clasificados.

Estos depósitos conforman la mayor parte de la Formación Cuernavaca, cuyo volumen es extraordinario y su principal fuente de aporte se puede atribuir a las grandes sierras andesíticas ya descritas; es decir, su origen, transporte y depósito, únicamente se explican suponiendo la existencia de una amplia cuenca que incluya la actual Cuenca de México y un drenaje orientado según la fosa tectónica de Cuernavaca a través de los valles de San Gaspar y el sinclinal de Ticumán hasta el río Amacuzac. En algunas zonas, localizadas sobre todo en la parte centro - sur del valle, se encuentran depósitos de anhidritas y carbonatos, evidencia de una fuerte evaporación en pequeños vasos que fueron colmatados por el aporte de sedimentos.

Es notable también, la brusca interrupción que se observa actualmente en la continuidad de la Sierra de Tepoztlán y Ahuatenco (situadas al Nororiente y Norponiente de Cuernavaca, respectivamente), no obstante que pertenecen a la misma formación. Este hecho se puede explicar por la existencia de la fosa tectónica ya descrita, la cual fue cubierta por la gran cantidad de sedimentos aportados por la amplia paleocuenca de México. De acuerdo con lo anterior, las grandes fallas que forman las fosas tectónicas de la Cuenca de México y el Valle de Cuernavaca se pueden fechar en el Mioceno superior o Plioceno inferior (en el lapso de 10 y 2 millones de años A.P.) y por lo tanto, corresponden aproximadamente con la edad de los grandes estratovolcanes andesíticos. En la Figura 5

se muestran las características del relieve durante la época descrita y la influencia de las grandes estructuras geológicas que han modelado el paisaje hasta el presente, mismas que se encuentran sepultadas en el subsuelo.

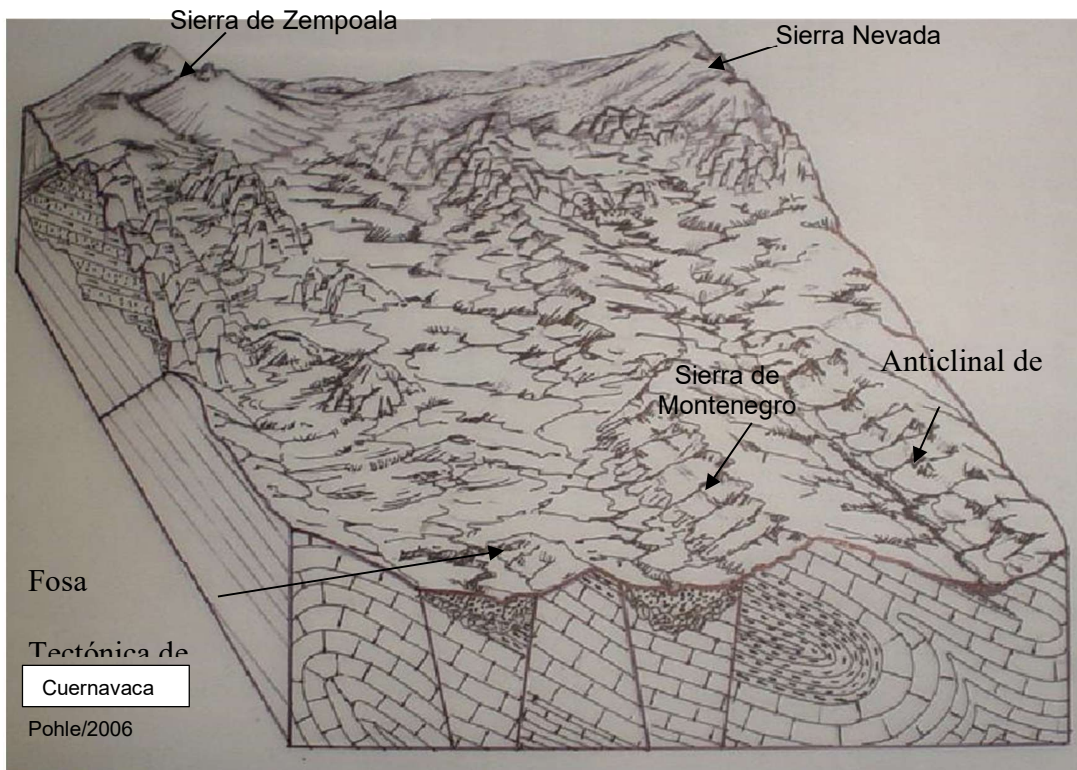


Figura 5.- Geomorfología del Valle de Cuernavaca, Mioceno superior o Plioceno inferior (lapso entre 10 y 2 millones de años A.P.). Fuente: Pohle 2006

En el intervalo comprendido entre los 2 y 6 millones de años A.P. (Plioceno superior), el continuo aporte de sedimentos de origen andesítico colmata los bajos topográficos originales y sepulta grandes extensiones del relieve original. El flujo de estos sedimentos fue tan intenso, que las partes altas del terreno semejan actualmente islotes que sobresalen dentro de un mar interior. Contemporáneo a este proceso de transporte y depósito, se forma el cono de deyección denominado Glacis de Buenavista, cuya estructura muestra importantes flujos de lodo asociados al transporte de arenas y gravas por aguas torrenciales, explosiones volcánicas y fenómenos sísmicos. La alternancia entre estos depósitos de tipo lahar y capas de material mejor graduado, indican una alternancia en la sucesión de eventos geológicos impetuosos y tranquilos.

A partir del Pleistoceno (aproximadamente hace 2,000, 000 de años A.P.), principia la era glacial, dentro de la cual se distinguen cuatro periodos en que hubo avance de grandes mantos de hielo continentales, alternados con intervalos cálidos o interglaciares. Lo anterior sugiere que nos encontramos dentro de un periodo interglaciar y que en el futuro pueden volver las condiciones climáticas descritas. En esa época, da inicio una intensa y extraordinaria actividad volcánica que transforma el clima y relieve del antiguo valle que comprendía la actual Cuenca de México y el Valle de Cuernavaca, bloqueando el drenaje

original e interrumpiendo abruptamente el gran volumen de sedimentos transportados hacia el Valle de Cuernavaca.

La gran intensidad ígnea de los múltiples focos volcánicos se puede imaginar a partir de imágenes de satélite y fotografías aéreas, donde destacan claramente los impresionantes flujos de lava, que, cual torrentes incandescentes, sepultaron la topografía preexistente bajo millones de toneladas de roca basáltica. Un notable fracturamiento cortical se desarrolló a lo largo de una banda de 20 km de ancho, cortando las antiguas fosas tectónicas del Mioceno, dando origen a los estratovolcanes más grandes del país.

Emplazados dentro de vastos campos de ceniza y lava, esta zona contiene una gama impresionante de formas volcánicas, tales como: bulbosos domos basálticos, derrames de tipo Islándico, conos cineríticos de diversos tamaños, estratovolcanes, conos adventicios, y un amplio sistema de conductos volcánicos que ha escapado a la atención de investigadores, autoridades y mayoría de la población. A ésta importante estructura geológica se le conoce como Eje Neovolcánico o más recientemente: Faja Volcánica Transmexicana. En la figura 6 se ilustra el relieve ya descrito, mismo que perdura hasta la actualidad.

Las estructuras más importantes dentro de la zona corresponden con extensos plegamientos donde se alternan sinclinales y anticlinales orientados en dirección NE – SW, particularmente el sinclinal de San Gaspar que da forma al valle del mismo nombre y el anticlinal de Ticumán situado al oriente del anterior.

El sinclinal de San Gaspar presenta un flanco relativamente amplio, cuya charnela (o eje) se encuentra sensiblemente desplazada hacia el nororiente. Frente a dicha estructura, sobresalen dos grandes macizos calizos, denominados: Cerro de Jiutepec y Calera Chica, emplazados dentro de los municipios de Jiutepec y Emiliano Zapata, respectivamente. Dichos afloramientos presentan un fuerte buzamiento hacia el SE y están integrados principalmente por la Formación Cuautla. Entre ambas estructuras se extiende el alargado valle de San Gaspar, drenado por las corrientes del arroyo Agua Salada, afluente del río Apatlaco; y el arroyo Agua Dulce o las Fuentes, que confluye en el río Yautepec.

A partir de los estudios geohidrológicos realizados por la empresa TACSA en 1983, fueron identificadas una serie de fallas escalonadas que conforman un pequeño "Rift" continental, por lo que, tanto el citado valle de San Gaspar como el valle de Cuernavaca, ocupan fosas tectónicas que han sido colmatadas por sedimentos del Terciario, y más recientemente, derrames volcánicos del Cuaternario. Según lo anterior, los cerros de Jiutepec y Calera Chica representan un Horst ó pilar estructural que divide a los dos valles mencionados, extendiéndose el Graben Cuernavaca hasta la Sierra de Ahuatenco, en la zona poniente; y el Graben de San Gaspar, hasta el escarpe que marca la vertiente noroeste de la Sierra de Montenegro (Pohle 2012).

Asociados a una profusa existencia de fallas, se distribuyen numerosos conos cineríticos que localmente muestran una orientación W-E, aunque a menor escala predomina un alineamiento NE – SW, coincidente con el Rift citado. Los edificios volcánicos localizados dentro de la zona, tales como los cerros de Palmira y Zintepec (Temixco), Tezontepec y Cerro La Corona en Jiutepec, y Las Tetillas en Yautepec, señalan la existencia de una profunda falla transversal a los valles de Cuernavaca y San Gaspar, de actividad latente, dado lo geológicamente joven de los volcanes mencionados.

En este contexto, cabe definir el término “actividad latente”, ya que de manera general se considera que un volcán es activo, si ha mostrado alguna actividad eruptiva relativamente reciente dentro de un intervalo de tiempo comúnmente aceptado de 10, 000 años. Si se consideran los diversos periodos eruptivos asociados al volcán Chichináutzin, cuyas edades se han fijado en 400 DC \pm 100 años, 200 DC \pm 100, 2 240 AC \pm 1 000, 4 250 AC \pm 75, 5 840 AC \pm 500, 7 290 AC \pm 1000, 7370 AC \pm 300 y 7 930 AC \pm 500 (John Seach. volcanolive.com), este puede catalogarse como activo. Sin embargo, cabe señalar que los volcanes descritos pertenecen al tipo monogenético, los cuales desarrollan una erupción que puede durar algunos años y se extinguen sin volver a tener actividad. Esto significa que, en lugar de ocurrir una erupción en el mismo volcán, puede surgir otro volcán en la misma RNEM. Finalmente, la actividad volcánica se encuentra asociada a procesos tectónicos que conforman la corteza terrestre, particularmente en la franja del Eje Neovolcánico, cuya influencia es patente en la zona de estudio.

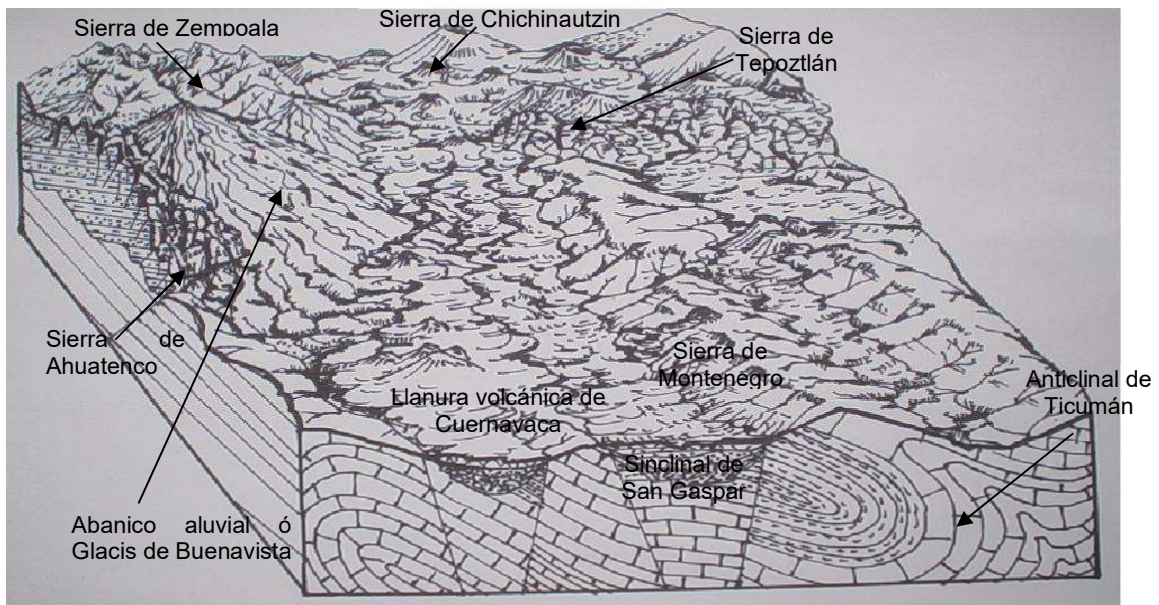


Figura 6.- Geomorfología del Valle de Cuernavaca, Plioceno superior al presente (desde hace 2 millones de años hasta la actualidad). Fuente: O. Pohle 2006

Estructuras geológicas de El Pantano.- Como ya ha sido comentado, la mayor parte de los afloramientos de roca que se observan en la MHEP pertenecen al Grupo Chichinautzin, y consisten de derrames de lava basáltica vesicular de alta viscosidad, que fluyeron libremente pendiente abajo sepultando un antiguo valle. Producto de erupciones de tipo Hawaiano, los flujos de lava construyeron un relieve muy singular, el cual muestra claramente su origen, magnitud y dirección, semejando grandes ríos de roca fundida que cubrieron barrancas, cerros y valles, atravesando casi toda la parte occidental del estado de Morelos de norte a sur.

Siendo más recientes que los volcanes Tezontle, Zintepec y Palmira; los derrames de lava (probablemente provenientes del volcán Cerro de la Herradura) rodearon dichos altos topográficos, descargando su torrente fundido entre los cerros de Jiutepec y Calera

Chica, para integrarse al flujo principal de lava que transcurría por el Valle de San Gaspar (Figura 7). Es dentro de esta zona, donde se localiza la microcuenca de El Pantano, por lo que en el subsuelo y a una profundidad somera, deben encontrarse rocas calizas de la Formación Morelos.

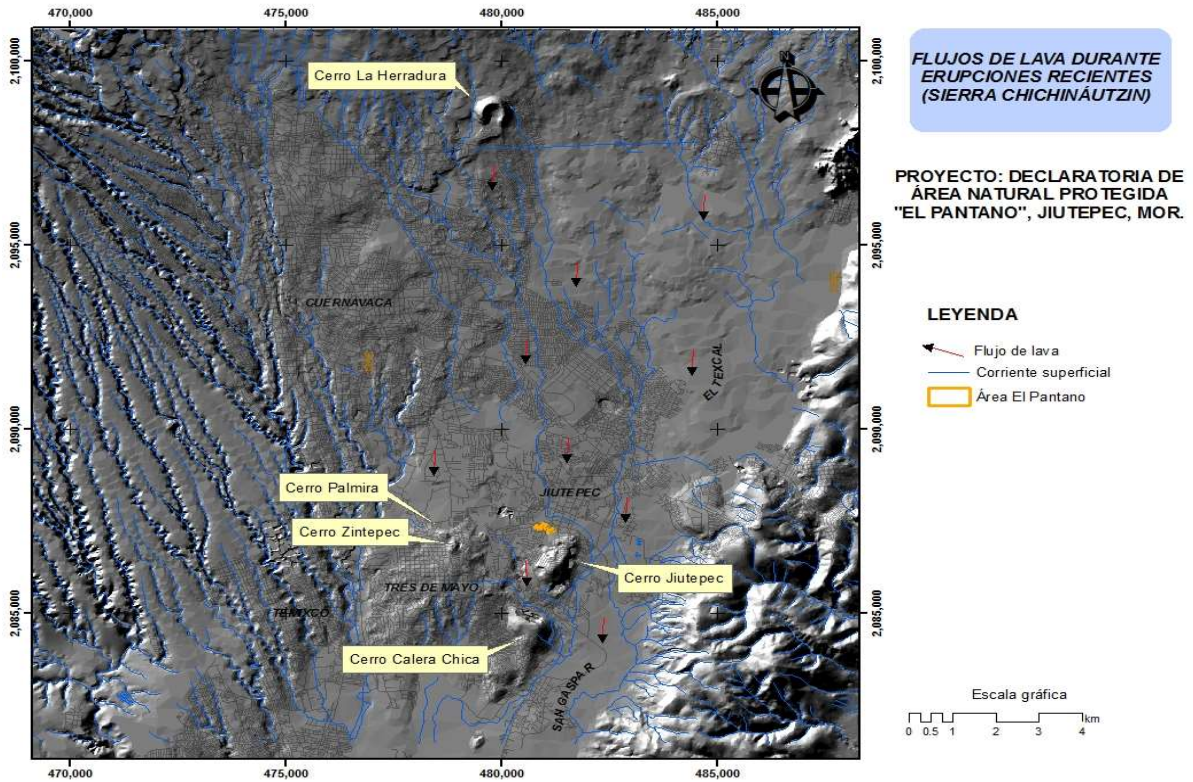


Figura 7.- Dirección de flujos de lava provenientes de la Sierra Chichinautzin (Pohle 2012)

Con el objeto de hacer más clara la descripción antecedente, se muestran las secciones geológicas transversales en la Figura 8, siendo la sección A-A' la que cruza precisamente la zona de estudio de la microcuenca El Pantano, y cuya interpretación deriva del informe geofísico elaborado por TACSA en 1981 para la CNA. La presencia de “poljes”, úvalas, joyas o depresiones del terreno, derivan de procesos kársticos o de disolución en rocas carbonatadas, y se originan por el colapso de pasajes y bóvedas subterráneas que son sepultados por el material suprayacente, dando lugar a las características depresiones ovaladas o circulares que se advierten en la superficie. En algunos casos, estas depresiones siguen un patrón irregular, de acuerdo con la dirección y desarrollo de los conductos subterráneos sepultados, como al parecer es el caso del humedal o úvala de “El Pantano” (Figura 9).

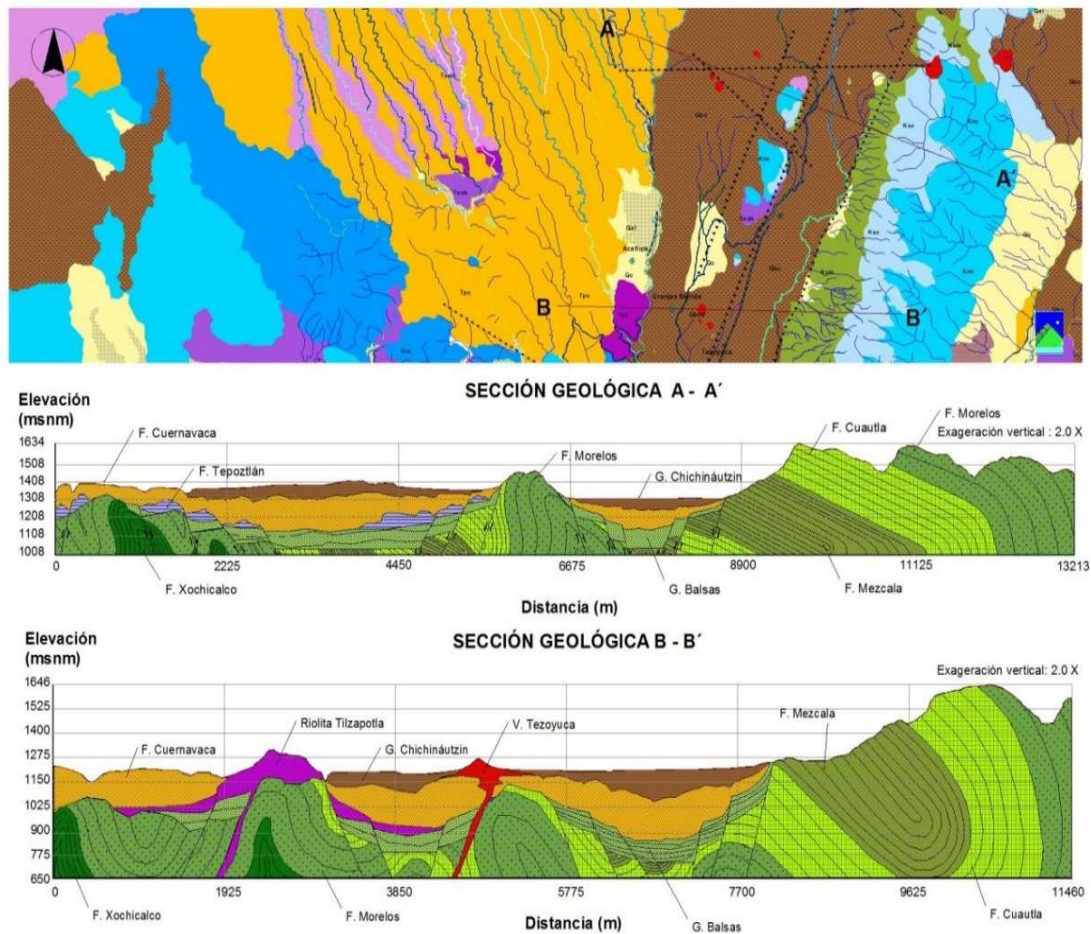


Figura 8.- Plano y secciones geológicas transversales de los valles de Cuernavaca y San Gaspar. La sección A-A' cruza de Poniente a Oriente por los cerros de Zintepec, Jiutepec y Sierra de Montenegro. La sección B-B' bisecta en el mismo sentido, desde el cerro de Acatlipa, pasando por el de Tezoyuca, para finalizar a la altura de la Planta Tepetzingo de Cementos Moctezuma, S.A. Los volcanes se muestran en color rojo (Pohle 2012).

Explicación de la Figura 9:

1. **Estructura inicial.** Partiendo de las evidencias geológicas observadas en el terreno, se infiere que, a una profundidad somera, se encontraba una cavidad de origen kárstico (caverna), la cual había sido cubierta por depósitos aluviales del terciario; y más recientemente, derrames basálticos provenientes de la Sierra Chichinautzin.
2. **Estructura actual.** Se produce un colapso en el techo de la caverna y el terreno se hunde, originando el desprendimiento de grandes bloques de basalto, provocando la apertura de grandes fracturas que se manifiestan como “sumideros” en las partes bajas y “trincheras” en el borde superior del terreno. Sobre las áreas hundidas se depositan sedimentos finos recientes de tipo lacustre, que son transportados por el agua durante las lluvias.

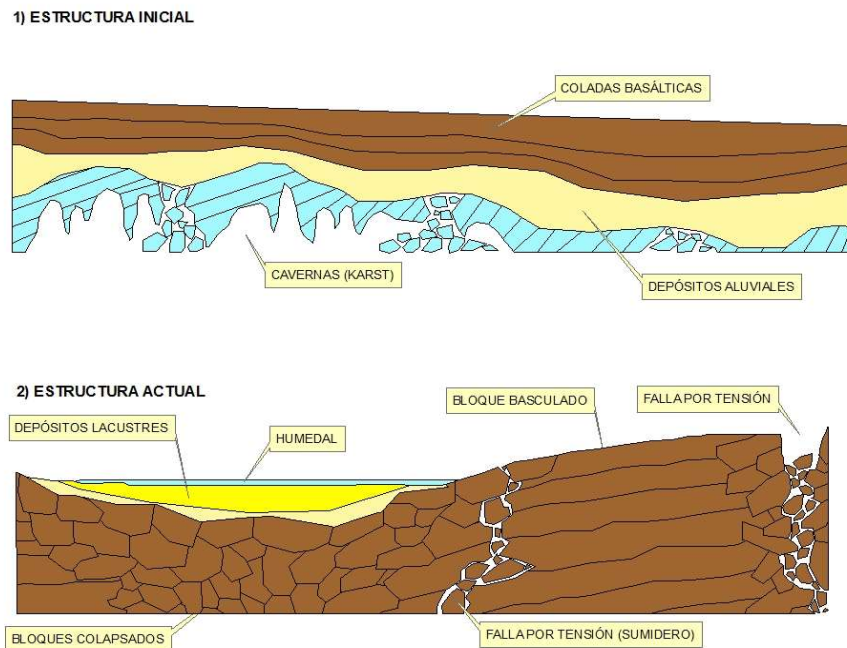


Figura 9.- Origen geológico de la depresión y sumideros de la úvala "El Pantano" (Pohle 2012).

1

Estratigrafía de El Pantano.- Las unidades litológicas examinadas en el terreno consisten en tres tipos:

- 1) Sedimentos finos de tipo lacustre (arena, limo y arcilla)
- 2) Depósitos de talud, constituido por grandes bloques basálticos
- 3) Basalto vesicular asignado al Grupo Chichinautzin, que acusa un fuerte fracturamiento vertical.

La unidad más antigua es el basalto, a partir del cual se derivan los depósitos de talud debido al desarrollado fracturamiento que disgrega el macizo rocoso, y que a través de la acción del intemperismo y la actividad orgánica, forman suelos de tipo arcilloso. La unidad más reciente está integrada por sedimentos finos que comprenden arenas, limos y arcillas, transportados y depositados durante la época de lluvias. Dichos depósitos marcan claramente el área de inundación del sitio. Por otra parte, no obstante, el origen antropogénico de los residuos sólidos, estos han sido considerados como depósitos recientes y potencialmente dañinos para el acuífero alojado en la roca basáltica.

En la Figura 10 se muestra la distribución de las diferentes unidades estratigráficas registradas en el humedal de El Pantano.

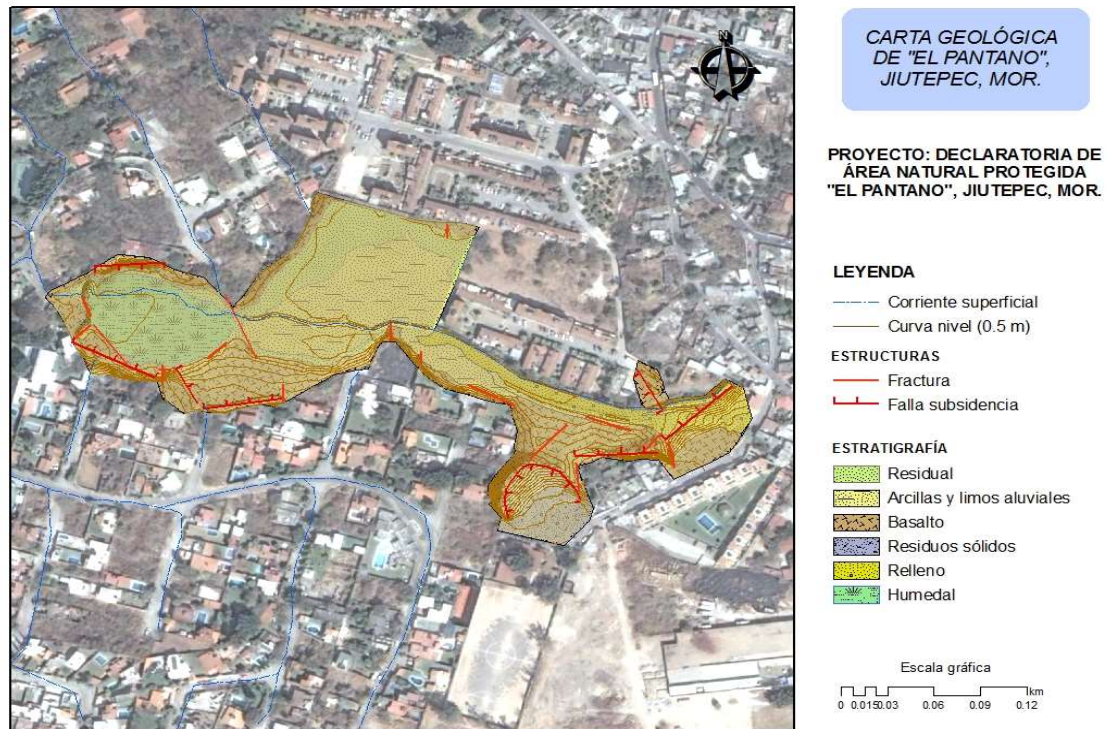


Figura 10.- Geología del sitio "El Pantano", municipio de Jiutepec, Mor. (Pohle 2012)

En resumen, en la MHEP y en el municipio de Jiutepec podemos observar las evidencias de toda esta evolución geo hidrológica que ha tenido la RNEM durante los últimos 150 millones de años. En el Cerro de Jiutepec observamos las capas de roca calcárea que se formaron en el lecho marino en la era Mesozoica, las cuales emergieron debido a los procesos de la tectónica de placas, estando sujetas a enormes tensiones y deformaciones, dando lugar a la formación de crestas o sierras y a grandes fosas tectónicas; a su vez, con el transcurso del tiempo, las montañas estuvieron sujetas al intemperismo y erosión y las fosas fueron cubiertas por enormes depósitos productos del vulcanismo y la erosión (Figura 11).

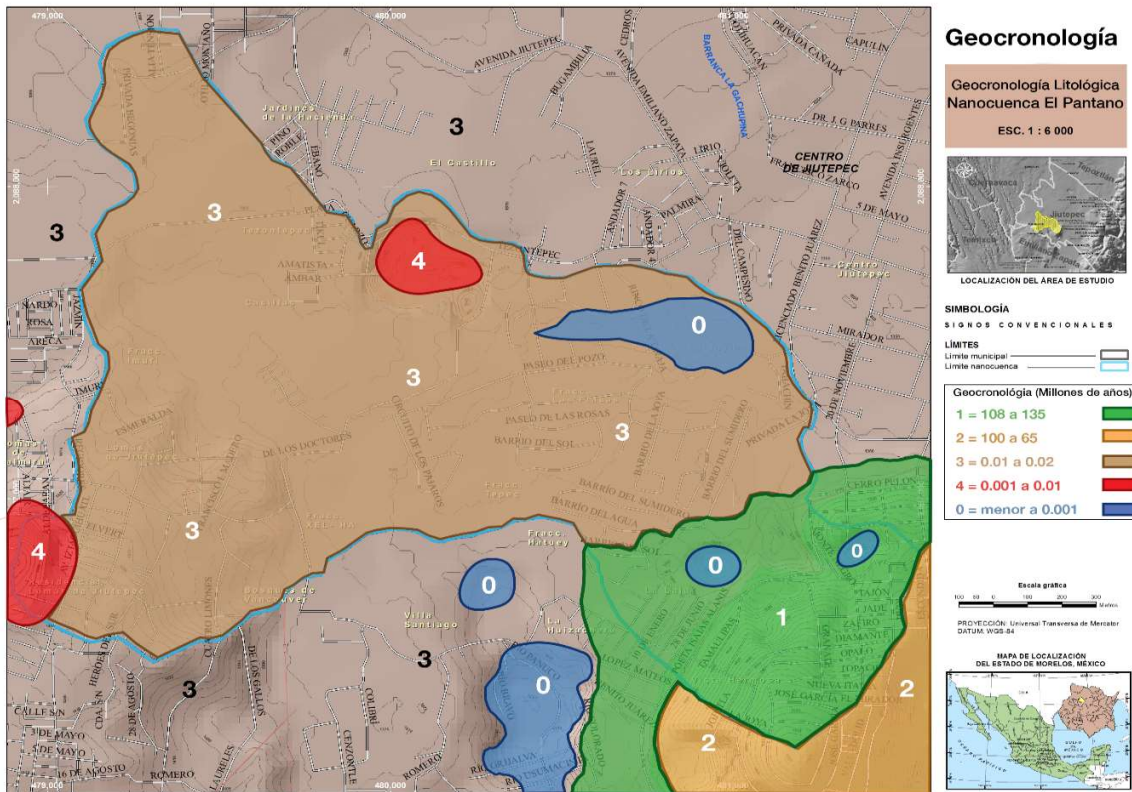


Figura 11.- Geocronología de la microcuenca El Pantano.

Por las características de estas capas geológicas y la topografía de la RNEM, aquí se alberga un importante acuífero, ya que la más profunda de estas capas es roca calcárea, la cual es impermeable; la capa intermedia (Formación Cuernavaca que es semipermeable), y la lava volcánica que es la capa superior tiene gran permeabilidad, y por la topografía y clima regional, permite que se infiltre el agua, se almacene y fluya de norte a sur.

Como consecuencia de todo este proceso de evolución geohidrológica y climática de la RNEM y de la MHEP (ver Cuadro no. 1), se ha dado una sucesión de diversos ecosistemas como respuesta a los cambios del entorno abiótico, y así existieron ecosistemas coralinos en el lecho marino del periodo Cretácico (de los cuales se encuentran actualmente fósiles en el Cerro de Xiutepec), que fueron sustituidos por ecosistemas de agua dulce cuando emergió el lecho marino a partir del Jurásico, con una sucesión de ecosistemas desérticos y de bosques templados en las partes altas y montañas debidos a la sucesión de periodos de calentamiento y enfriamiento y de periodos de grandes lluvias y sequías. A esta biodiversidad regional y local contribuyó también la unión de las dos grandes zonas bióticas de Norte y Sudamérica, lo que facilitó el flujo de especies y ecosistemas, siendo la región central de nuestro país, el territorio de Morelos y el municipio de Jiutepec, la frontera y encuentro de estas zonas de vida. Prueba de ello es que aquí encontramos en la actualidad relictos de ecosistemas templados (bosques de encinos) en las cimas de los cerros La Corona, La Iguana y Monte Negro; y principalmente ecosistemas tropicales de Selva Baja Caducifolia y Bosques riparios, los cuales han venido disminuyendo durante los últimos 500 años por la actividad humana agropecuaria y recientemente de expansión urbana e industrial.

CUADRO NO 1.- EVOLUCIÓN GEO HIDROLÓGICA Y BIÓTICA DE LA REGIÓN NORPONIENTE DE MORELOS Y DE LA MICROCUENCA EL PANTANO

LAPSO AÑOS	ERA	PERIODO / Época	EVOLUCIÓN GEOLÓGICA	BIODIVERSIDAD
570 a 250 millones de años	PALEOZOICA	ORDOVÍCICO (505-440 millones de años) CÁMBRICO, (544-505 millones de años)	Fragmentación de Pangea en dos Continentes Laurasia y Gondwana	Ecosistemas marinos
440 a 360 millones de años		SILÚRICO, DEVÓNICO	Continentes Laurasia y Gondwana	Ecosistemas marinos
360 a 245 millones de años		CARBONÍFERO PÉRMICO	RNEM bajo el mar formación de capas calcáreas de lecho marino	Ecosistemas marinos
250 a 65 millones de años	MEZOSOICA	TRIÁSICO 250-208 millones de años	Surgen continentes y océanos actuales	Ecosistemas marinos
208 a 146 millones de años		JURÁSICO	Transgresiones y regresiones del agua de mar Mayor subida del nivel de los océanos	Ecosistemas marinos, se depositaron hasta varios kilómetros de espesor de capas de sedimentos marinos de carbonato de calcio procedente de conchas de moluscos, rudistas y otros organismos marinos
146 a 65 millones de años		CRETÁCICO	Comienza a emerger el lecho marino, y se suceden fuertes compresiones que pegaron las rocas sedimentarias calacearas. Formación Xochicalco (la más antigua) y Formación Morelos por precipitación de calizas y anhidritas, y Formación Cuautla Clima cálido	Desiertos, gimnospermas, reptiles

LAPSO AÑOS	ERA	PERIODO / Época	EVOLUCIÓN GEOLÓGICA	BIODIVERSIDAD
65 a 2 millones de años	CENOZOICA	TERCIARIO / Paleoceno 65-54 m.a.	Desciende el nivel del mar, se forman los continentes casi con aspecto actual, sucesiones del clima cálido y húmedo y frío. En la RNEM se forman dos grandes fosas tectónicas en Cuernavaca y Jiutepec (San Gaspar) por donde drena la Cuenca exorreica de México hacia la cuenca de Cuernavaca, por esfuerzos distensivos al cesar la etapa orogénica denominada Orogenia Larámide, que plegó y dislocó los sedimentos de edad cretácica expuestos actualmente en la Sierra de Montenegro y elevaciones aisladas de Jiutepec.	Bosques en montañas y lomas emergidas, humedales y ecosistemas acuáticos en depresiones y zonas inundadas
54 a 38 millones de años		TERCIARIO / Eoceno 54-38 m.a.	Clima cálido dos grandes fosas tectónicas en Cuernavaca y Jiutepec (San Gaspar) por donde drena la Cuenca exorreica de México hacia la cuenca de Cuernavaca, dándose un importante depósito de sedimentos	Los protagonistas bióticos fueron distintos a los que conocemos actualmente, y poco a poco fueron evolucionando de manera interrelacionada a la evolución de los protagonistas abióticos (roca, suelo clima, relieve, y agua).
38 a 23 millones de años		TERCIARIO / Oligoceno	Descenso de temperaturas. Formación de cordilleras, Sierra madre, eje Neovolcánico, Volcanes Iztaccíhuatl y Tláloc al Nororiente de Morelos. Inicio de la Formación Tepoztlán. Existencia de dos grandes fosas tectónicas en Cuernavaca y Jiutepec (San Gaspar) por donde drena la Cuenca exorreica de México hacia la cuenca de Cuernavaca, dándose un importante depósito de sedimentos	Bosques en montañas y lomas emergidas, humedales y ecosistemas acuáticos en depresiones y zonas inundadas
23 a 5 millones de años		TERCIARIO / Mioceno	Se consolida la Formación de la cordillera de Tepoztlán e Inicia la Formación de la cordillera de Zempoala Existencia de 2 grandes fosas tectónicas que corrían de norte a sureste en lo que ahora son el valle de Cuernavaca al poniente, y la otra corría de Tepoztlán a Jiutepec hasta Zacatepec, delimitadas por las Sierras de Montenegro al Oriente y de Ahuatenco al Poniente. Dichas fosas se fueron	Bosques, bosques riparios y mesófilos, humedales y ecosistemas acuáticos en depresiones y zonas inundadas

Capítulo III.- Análisis histórico, biofísico y funcional de la microcuenca de El Pantano

LAPSO AÑOS	ERA	PERIODO / Época	EVOLUCIÓN GEOLÓGICA	BIODIVERSIDAD
5 a 2 millones de años		TERCIARIO / Plioceno	<p>rellenando por sedimentos del agua que drenaba de la Paleo cuenca exorreica de México.</p> <p>Formación del Istmo de Panamá y flujo de biodiversidad de Región Neártica y Neotropical Erupción de volcanes del Ajusco, Formación de la cordillera de Zempoala y el Glacis de Buenavista (sistema de barrancas) formación de microcuencas endorreicas de las lagunas de Zempoala, El Capulín. Surge la Formación Cuernavaca (depósitos clásticos continentales) se encuentra bajo la superficie del territorio de la mayor parte del municipio de Jiutepec, en Cuernavaca se ubica en la zona del Glacis de Buenavista en el abanico de barrancas, que se forma por el desgaste, transporte y depósito de materiales previamente intemperados de la Sierra de Zampoala.</p>	Bosques y selvas en montañas y lomas emergidas, humedales y ecosistemas acuáticos en depresiones y zonas inundadas. Diversas sucesiones de etapas serales y clímax de vegetación.
2 millones a 11 mil años		CUATERNARIO / Pleistoceno	<p>Expansión de las aves y mamíferos y plantas con flores, Hay enfriamientos y glaciaciones y periodos interglaciares Se forma la cordillera del Chichinautzin y se taponan el flujo de agua de la cuenca de México hacia el valle de Cuernavaca, y quedan sepultadas las fosas tectónicas por la lava de los volcanes del Chichinautzin, cubriendo la mayor parte de las formaciones preexistentes</p>	Desaparecen muchas zonas de inundación y hay un enorme flujo de lava que cubre las capas geológicas preexistentes, aunado a la sucesión de las glaciaciones y periodos interglaciares, y por tanto se van dando diversas sucesiones de etapas serales y clímax de vegetación de bosques y selvas, y ecosistemas acuáticos de zonas de inundación que fueron desecándose
10,000 a 500 años		CUATERNARIO / Holoceno	<p>Termina la glaciación y el clima se va haciendo más caliente, derrames de lava de los volcanes de cordillera del Chichinautzin, formación de Texcales de Tepoztlán y Jiutepec. Depósitos aluviales, sedimentarios clásticos y volcánicos, Formación de la Úvala de El Pantano. en el Preclásico Tardío y el Clásico Temprano cuando una importante actividad volcánica,</p>	Diversas sucesiones de etapas serales y clímax de vegetación como resultado de los impactos de los derrames de lava sobre los ecosistemas. Los bosques templados (de pino, encino y oyamel se corren hacia las partes altas de las montañas y son sustituidos por Bosques mesófilos en las partes medias y selva

Capítulo III.- Análisis histórico, biofísico y funcional de la microcuenca de El Pantano

			aproximadamente entre 100 a.C. y 400d.C., alteró drásticamente la topografía de la sierra del Chichinautzin y la zona del Ajusco,	baja caducifolia, y matorral xerofito (este último posiblemente como etapa seral de los derrames de lava más recientes). Llegada de los primeros humanos a la RNEM, extinción de grandes mamíferos, inicia la agricultura, hay registro de presencia de Olmecas en Jiutepec, Preclásico, y posiblemente de otros grupos, llegada de los tlahuicas y grabado del Tlaloc en El Pantano, inicia la agricultura y riego en pequeña escala.
500 años a la actualidad		CUATERNARIO / Antropoceno	Disminuye la cantidad y calidad del agua superficial y subterránea. Erosión del suelo. Explotación de bancos de material de roca calcárea y tezontle en los cerros de la microcuenca.	Diversas sucesiones de etapas serales y de vegetación, como consecuencia del incremento de la actividad humana. Los bosques y selvas van siendo sustituidos por áreas agrícolas, pecuarias y recientemente por áreas urbanas e industriales. Incremento en la distribución y abundancia de especies exóticas y vegetación secundaria.

La etapa prehistórica

Se estima que hace unos 40,000 años el ser humano migró a América, y que hace unos 10,000 años llegaron los primeros humanos a la región centro de México y empezaron a establecerse en el territorio Morelense, (De la Peña 1982, citado por Aguilar Benítez 1998). Es probable que en este tiempo la mayor parte de las depresiones y partes bajas de Morelos, y los valles de Cuernavaca, Jiutepec y Yautepec estuviesen cubiertos de agua, con diversos pantanos y lagos, entre los que sobresalían en forma de islas los cerros de Jiutepec, Calera Chica, la Sierra Monte Negro, los Cerros de la Corona, y las Tetillas (Aguilar Benítez 1998).

Todos estos abundantes humedales del territorio Morelense debieron estar asociados a vegetación acuática y a una exuberante vegetación perennifolia en sus alrededores (Figura 12), así como fauna asociada a climas tropicales y a los ecosistemas acuáticos con presencia de especies como lagartos, y los humanos se fueron haciendo más sedentarios y vivían de la caza y recolección de frutos y plantas silvestres (Aguilar Benítez 1988).

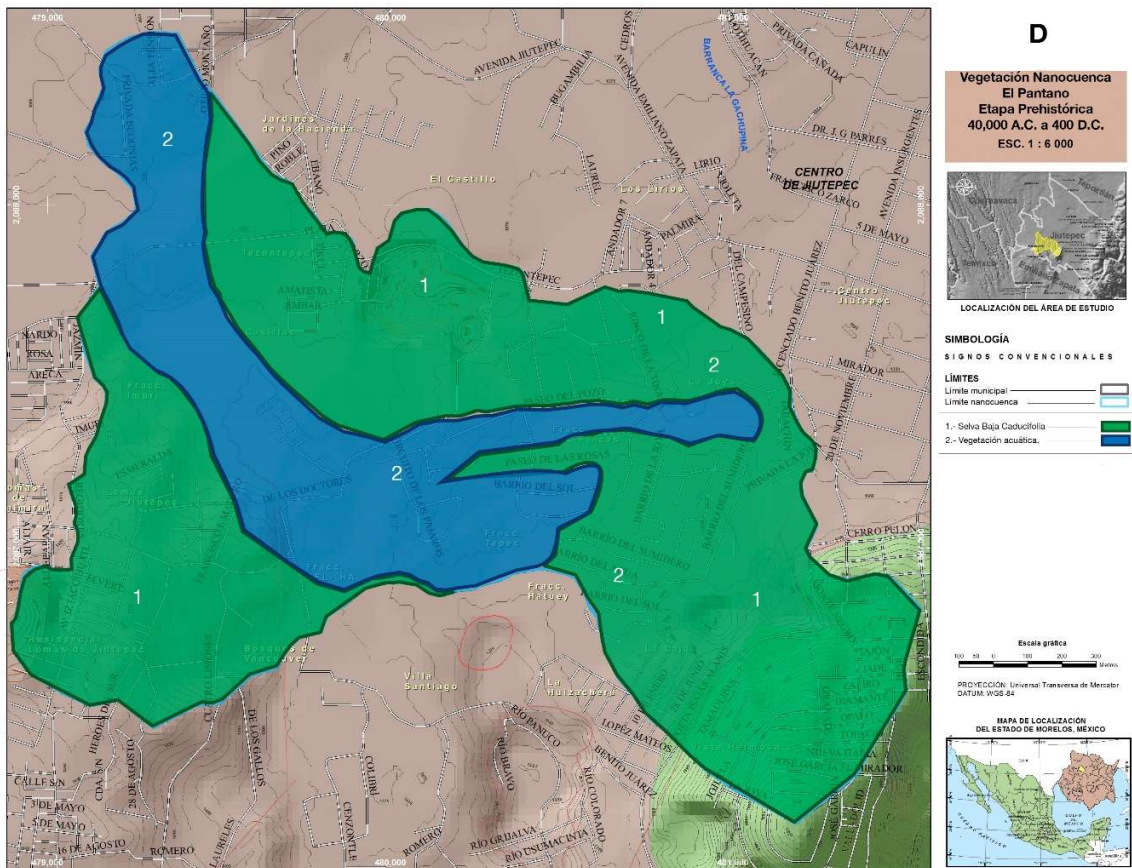


Figura 12.- Vegetación de la MHEP en la etapa Prehistórica

Es importante destacar que entre hace unos 100,000 a 400 años de nuestra era o después de Cristo el volcán Chichinautzin y varios de los volcanes secundarios como el Cerro de la Herradura, tuvieron diversas erupciones que cubrieron de lava la parte oriental del valle de Cuernavaca, el Sur de Tepoztlán y las partes bajas de la mayor parte del municipio de Jiutepec y de la MHEP, lo cual debió impactar o desaparecer la mayor parte de los humedales y de los ecosistemas existentes, y por tanto estos espacios fueron cubiertos por etapas serales de diversos tipos de vegetación y selva baja caducifolia, como la que hoy observamos en los texcales de Tepoztlán y Jiutepec. Este impacto ambiental en la RNEM y en la MHEP debió haber limitado la presencia humana, con los derrames de lava registrados en los últimos 10,000 años.

Se estima que hace unos 7000 años antes de nuestra era llegaron los primeros pobladores al estado de Morelos (Macazaga 1994 citado por Aguilar Benítez 1998). La agricultura se inicia hace aproximadamente 6,000 años o 4000 años antes de nuestra era (Mentz Von 1993, Corona 2010). Y durante el preclásico existieron asentamientos humanos en la zona de barrancas de Cuernavaca (Gualupita y Cerritos) (Aguilar Benítez 1998) y en Jiutepec (Corona 2010).

Etapas prehispánicas

En el caso de Jiutepec cuando los tlahuicas lo ocuparon hacia 1100 d.C, este territorio ya tenía cientos de años habitado, se cree que por los Olmecas, ya que a ellos se atribuye su fundación, y hay evidencias de la presencia de esta cultura en Jiutepec (Corona 2010, Villaseñor 2010). La fundación del altepetl o pueblo antiguo, es precisamente a las faldas del cerro Yahualxiutepetl (conocido actualmente como cerro de Jiutepec o Xiutepetl) (Figura 3) que está en la cabecera municipal y es parte de la MHEP, la cual en la época prehispánica correspondía a las tierras del señorío tlahuica de Xiutepetl (Rodríguez de Gante y Lanz León 2004). En el sur de la MHEP se encontraban los principales asentamientos humanos, y centros sagrados donde se veneraba a Tláloc y su complemento la diosa Chalchitlicue (Smith 2010). Hay la evidencia de un petroglifo en El Pantano (Figura 13), que de acuerdo con el INAH pertenece al periodo postclásico y posiblemente sea una representación del Dios Tlaloc (INAH 2000, 2001).



Figura 13.- Monolito de Tlaloc deidad tlahuica de Jiutepec. Se encuentra en la MHEP, al sur de la Joya de El Pantano

El nombre de Jiutepec es la castellanización del viejo nombre en náhuatl de la población Xiutepetl, la palabra Xiutepetl Significa: En el cerro de las piedras preciosas (Figura 14). Ya que en el cerro de Xiutepetl no se encuentran turquesas, pero si canteras de mármol, de kaolín y de piedra fina de cal, algunas de ellas muy bonitas o sea preciosas." (<http://www.galeon.com/trovalocos/HDJ.htm>).



Figura14.- Roca calcárea de la cima del Cerro de Jiutepec (Xiutepetl)

Se tienen referencias documentales de que los tlahuicas eran productores de algodón (Maldonado 2001), y de diversas prendas elaboradas con esta fibra que tributaban al imperio Azteca, incluidos también productos elaborados con el arte plumario (Smith 2010, <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM17morelos/municipios/17011a.html>, <http://www.municipios.mx/morelos/jiutepec/>). Asimismo, se refiere que tenían sistemas de riego por medio de los apantles para sus actividades agrícolas, por lo que muy posiblemente la MHEP, donde hay vestigios arqueológicos de esta cultura (Figuras13 y 15), y dado que el cerro sagrado de los Tlahuicas (Xiutepetl) forma parte de esta microcuenca, fue utilizada en sus partes bajas para actividades agrícolas, y en sus partes medias y altas para aprovechamiento de la flora y fauna silvestres para diversos usos (alimenticios, combustibles, vestido, material de construcción, ornamental, etc.).

La etapa colonial y del México Independiente

De los resultados de la revisión bibliográfica, documental, cartográfica, y de las entrevistas que se realizaron principalmente a dueños y poseedores de la tierra, cronistas y productores agrícolas, referentes al uso del agua, la biodiversidad y el territorio de la zona donde se ubica la MHEP, se hizo un primer esbozo de la historia ambiental. Históricamente el espacio físico que ocupa la MHEP y sus alrededores se puede resumir en cinco etapas principales:



Figura 15.- Malacate o malacatl del periodo tlauhica. Figurilla de barro encontrada en el sur del municipio de Jiutepec que se utilizaba para la producción de telas y ropa de algodón (José Luis Rodríguez de Gante).

1. Durante el México Prehispánico, la mayor parte estuvo cubierta por Selva Baja Caducifolia, de la que se aprovechaban las especies de flora y fauna silvestre para diversos usos, así como se dio el desarrollo de la agricultura y el cultivo pequeñas áreas para producir algodón, añil, maíz, chile y jitomate (Maldonado 2001, Smith 2010) (Figura 16);
2. En la colonia, el México independiente y postrevolucionario, las partes bajas de la MHEP se dedicaron al cultivo de la caña de azúcar y arroz, por medio de riego con agua proveniente del manantial de Chapultepec, y la instalación de pequeños o grandes haciendas dedicadas a la elaboración de azúcar y arroz (Figura 17);
3. Para el siglo XX después de la revolución se dejó atrás la siembra masiva de caña, y los ejidatarios de Atlacomulco, El Castillo, Tejalpa y Jiutepec, y los revolucionarios de Parres regresaron al maíz; se reintrodujo el arroz y con el tiempo las flores.
4. A partir de las décadas de los 50s a 70s del siglo XX, el uso de las tierras fértiles se dedicó a la siembra de jitomate, cebolla y en general de hortalizas que demandaba la ciudad de México (Ávila 2001). Inició el viverismo que utilizó las parcelas que habían dejado de producir la caña. Otras parcelas fueron utilizadas para la siembra de pasto, grandes jardines para eventos y a los huertos familiares; y se empezaron a vender las tierras para instalación de fincas residenciales.
5. De la década de los 80s del siglo XX a la actualidad se inició el cultivo de importantes cantidades de flores, tanto en viveros como a cielo abierto (Ávila 2001), así como la instalación de pequeños o grandes complejos habitacionales que han tenido un impacto importante sobre el entorno natural.

En el Cuadro 2, se presenta una secuencia de la evolución de la historia ambiental de la RNEM y de la MHEP. Y a continuación, se hace un resumen de la evolución ambiental de la microcuenca y la región durante estas etapas de la historia:

Capítulo III.- Análisis histórico, biofísico y funcional de la microcuenca de El Pantano

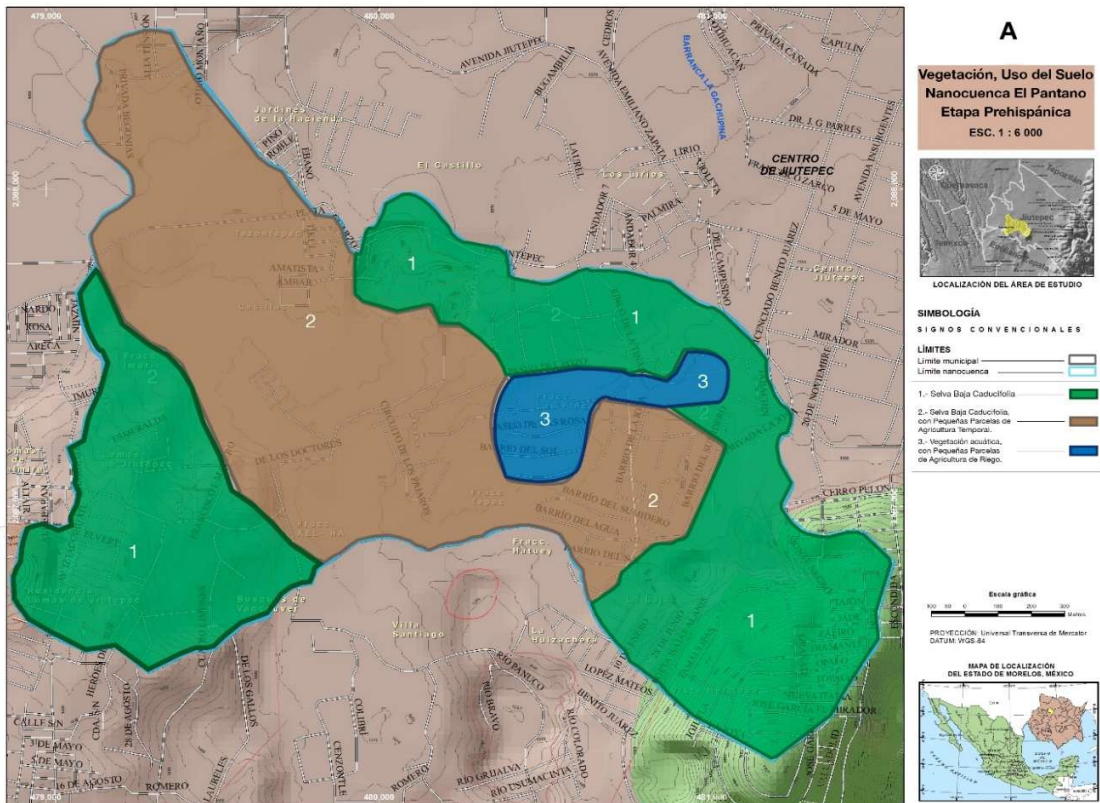


Figura 16.- Vegetación y uso del suelo de la MHEP en la etapa prehispánica

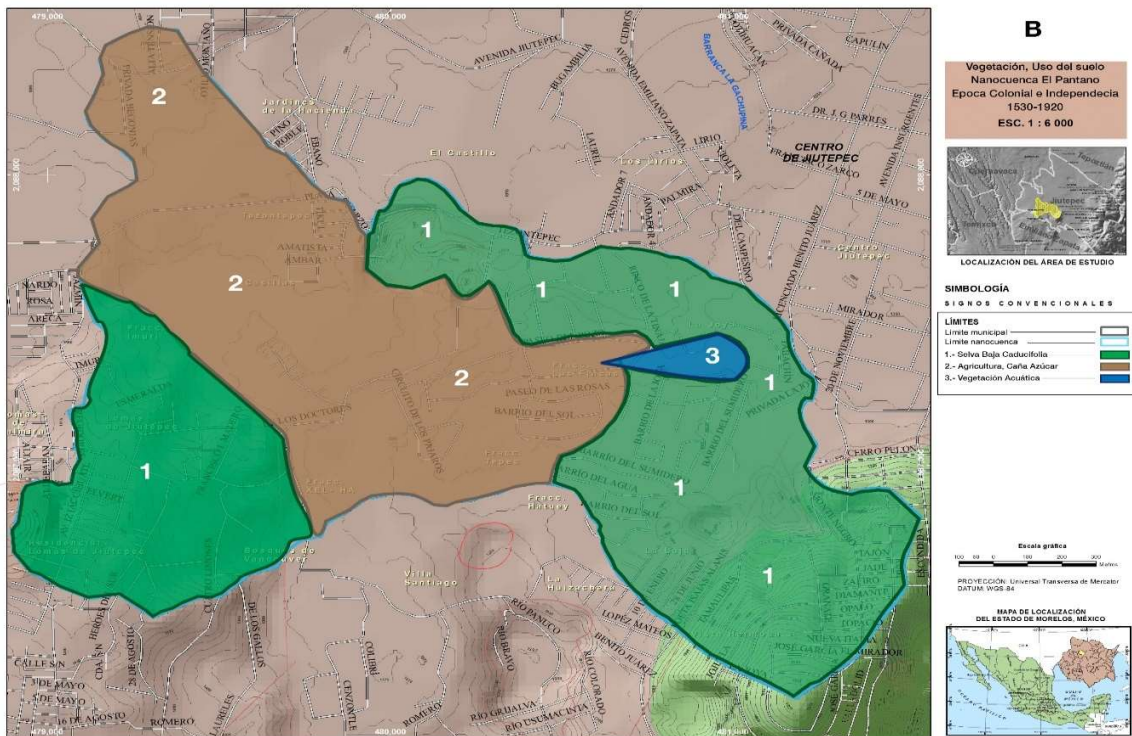


Figura 17.- Uso del suelo en la MHEP en la Colonia y el México independiente

CUADRO 2.- ETAPAS DE LA HISTORIA AMBIENTAL DE LA RNEM Y DE LA MICROCUENCA EL PANTANO

AÑOS	ETAPA	ACONTECIMIENTOS	AGUA	BIODIVERSIDAD	TERRITORIO
7000 al 1000 A.C.	Prehistórica	Posiblemente la presencia de los primeros habitantes (cazadores recolectores)	Abundancia y calidad de agua. Lagunas y humedales. Uso de ríos y manantiales para abastecimiento de agua a la población	Ecosistemas posiblemente acuáticos asociados a zonas de inundación en las partes bajas aprovechamiento de flora y fauna	
1000 A.C. al 1100 D.C.	Prehispánica	Presencia de la cultura Olmeca en Jiutepec	Abundancia y calidad de agua. Uso de ríos y manantiales para abastecimiento de agua a la población	Ecosistemas originales, aprovechamiento de flora y fauna, y pequeños agroecosistemas	Posiblemente inicio de la agricultura en pequeñas parcelas
1100 al 1521	Prehispánica	Jiutepec es señorío Tlahuica (hasta 1425), en que los Mexica lo conquistan y lo vuelven tributario	Abundancia y calidad de agua. Uso de ríos y manantiales para abastecimiento de agua a la población	Ecosistemas originales, aprovechamiento de flora y fauna, y pequeños agroecosistemas	Del Señorío de Jiutepec Posible siembra de algodón para elaborar tributos
1521 1820	Colonial	Se crea el Marquesado del Valle, formación de la hacienda de Atlacomulco, reconocimiento de tierras al pueblo de Jiutepec y Tejalpa	Trasvase de agua manantial Chapultepec y Cuauchiles, por apantles, usos agrícolas y de ingenios	Apertura de valles y tierras bajas al cultivo de riego, cerros con selvas, aprovechamiento de flora y fauna	Reparto de tierras marquesado, formación haciendas azucareras, delimitación de propiedades y pueblos
1820 1910	Independentista	Intento de reparto de tierras, conflictos entre haciendas y pueblos por invasiones	Se mantiene la calidad y cantidad de agua	aprovechamiento de flora y fauna	Se mantienen los límites de las haciendas y pueblos
1910 1920	Revolucionaria	Desaparición de haciendas, reparto tierras a pueblos originales	Se mantiene la calidad y cantidad de agua	Incremento de tierras agrícolas, aprovechamiento flora y fauna	Redefinición de límites agrarios y municipales
1920 1960	Postrevolucionaria	Formación de ejidos, comunidades y pequeñas propiedades. Población 5000 habitantes en el municipio; algunos ranchos en microcuenca	Incremento de uso de agua para agricultura de caña de azúcar y arroz	Disminución de ecosistemas originales para formación de huertos y áreas agrícolas	Delimitación de ejidos, comunidades y pequeñas propiedades, creación y reedlimitación de municipios
1960 2000	Contemporánea	Venta de tierras ejidales, comunales y pequeñas propiedades, incremento poblacional (de 8000 a 200,000 Mpo. 8000 microcuenca) industrialización y urbanización	Incremento de contaminación del agua de ríos y apantles por usos industriales, agrícolas y urbanos, agua potable de acuífero	Drástica disminución de ecosistemas originales, transformación en jardines residenciales y de eventos, y viveros de plantas ornamentales	Fraccionamiento en lotes urbanos, apertura y pavimentación de avenidas y calles. Dominio pleno ejidos y pequeñas propiedades. Explotación minera de los cerros
>2000	Actual	Población municipio llega a 208,000 habitantes, y 8,663 en	Disminución de calidad y cantidad de agua superficial	Ecosistemas originales <5% del área de la	Lotificación y venta de reductos de propiedades y

Capítulo III.- Análisis histórico, biofísico y funcional de la microcuenca de El Pantano

		microcuenca. Inician movimientos ambientalistas por el saneamiento del agua, protección de ecosistemas nativos, por el establecimiento de ANP El Pantano y los Venados. Formación y funcionamiento de OSC a favor del ambiente, Se logra el destino del predio Los Venados para un parque público urbano.	y subterránea, drenajes, descargan a ríos, deterioro y pérdida de apantles	microcuenca, incremento de jardines, canchas de futbol etc. en áreas de agroecosistemas	ejidos para urbanización. Incremento de zonas residenciales y colonias populares. Dejan de operar minas
--	--	---	--	---	---

El Marquesado de Cortés.- Al término de la conquista militar, las tierras de la mayor parte del actual estado de Morelos le fueron dadas al conquistador Hernán Cortés quien las integró al llamado Marquesado del Valle de Oaxaca, por supuesto Jiutepec quedó integrado a los dominios señoriales de Cortés. Por la fertilidad de sus tierras, la abundancia de agua y la disponibilidad de mano de obra, se asentaron en el territorio de Jiutepec cuatro haciendas: San Gaspar, Atlacomulco, Dolores y San Vicente, además de varios trapiches como el de Asesettle. <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM17morelos/municipios/17011a.html>. La mayoría de estos campos se sembraron con caña de azúcar (Barrett 1977; Mentz 2008), un importante cultivo comercial en el siglo XVI del que Morelos fue el primer productor. Esto fue posible solo porque los tlahuicas y xochimilcas habían establecidos sistemas de riego eficientes y productivos antes de 1519 (Smith 2010) (Figura 18).

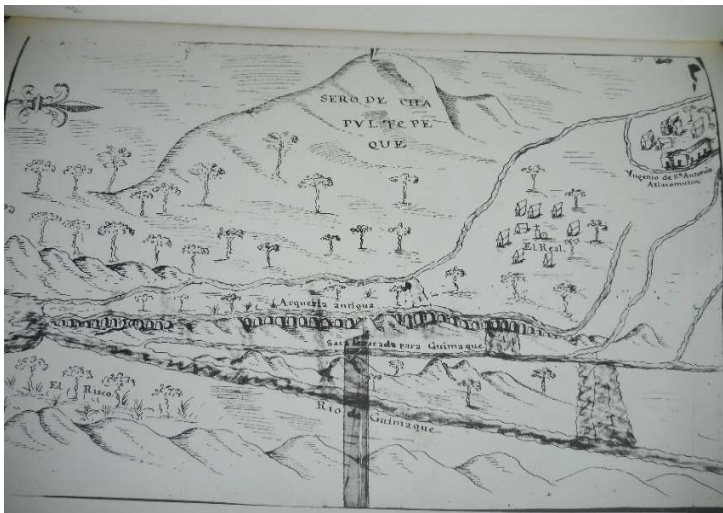


Figura 18.- Mapa de 1743- AGN. Cerro y afluente de Chapultepec, Se observa acueducto y apantles que van a la hacienda y pueblo de Atlacomulco

Una vez que llegaron los españoles, la caña de azúcar sustituyó al algodón y se convirtió en el principal cultivo. Desde el siglo XVI hasta 1913 existió el sistema de haciendas que permitió a sus propietarios o hacendados hacerse extremadamente ricos y políticamente poderosos. Sumado a esto, las nuevas empresas azucareras también propiciaron que el tradicional uso de las tierras se viera afectado, es cuando comienza la transformación extensiva de los ecosistemas naturales, de los campos y el paisaje. En la microcuenca la modificación del sistema agrícola de la zona presentó cambios en la infraestructura hidráulica sobre todo la que se refiere al manantial de Chapultepec, al comenzar la producción de caña de azúcar en esta zona se introdujo, a través de acueductos, el agua hacia las partes bajas que están en Atlacomulco, Parres y el centro de Jiutepec (Figura 19). Fue a través de apantles o canales en la tierra que introdujeron el agua a los sembradíos.

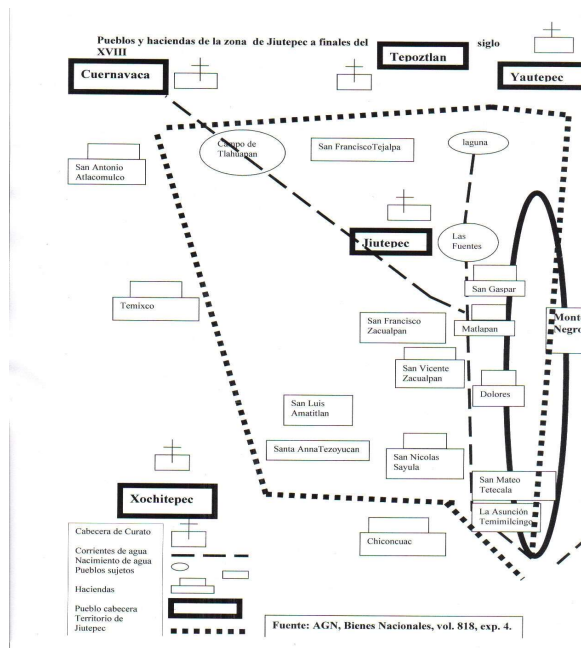


Figura 19.- Relación pueblos-haciendas- Río las Fuentes-Sierra Montenegro en un mapa de la feligresía de Jiutepec en 1793.

El Siglo XX y la Revolución

La independencia no detuvo el desarrollo de la industria azucarera de la RNEM y sus valles, más aún, se intensificó la producción en muchas haciendas del estado de Morelos, por ejemplo, las tierras que pertenecían a la hacienda de San Antonio Atlacomulco se expandieron a tal grado que llegaban a escasas cuadras del centro de Jiutepec, lo que hoy conocemos como la microcuenca El Pantano. Años más tarde los pobladores de Jiutepec cansados de la situación social del Porfiriato participaron en la Revolución hacia el año de 1911 bajo el liderazgo de Cliserio Alanís.

Después de la revolución, los pueblos recuperaron parte de su autonomía y siguieron gobernados según sus usos y costumbres. Se formó la colonia Agrícola y Ganadera José G. Parres Guerrero, con ex zapatistas, se ocuparon las tierras de la hacienda de San Antonio Atlacomulco para dotar a 28 ex revolucionarios del Ejército Libertador del Sur, y también para crear el Ejido de Atlacomulco. Sin embargo, poco a poco fueron permitiendo que fuereños se hicieran de las mejores tierras (Figura 20). Fue así como la colonia Parres dejó de ser de revolucionarios y pasó a ser una de las más codiciadas de Jiutepec. Hoy en día podemos ver ahí los mejores fraccionamientos residenciales, hoteles y complejos turísticos.

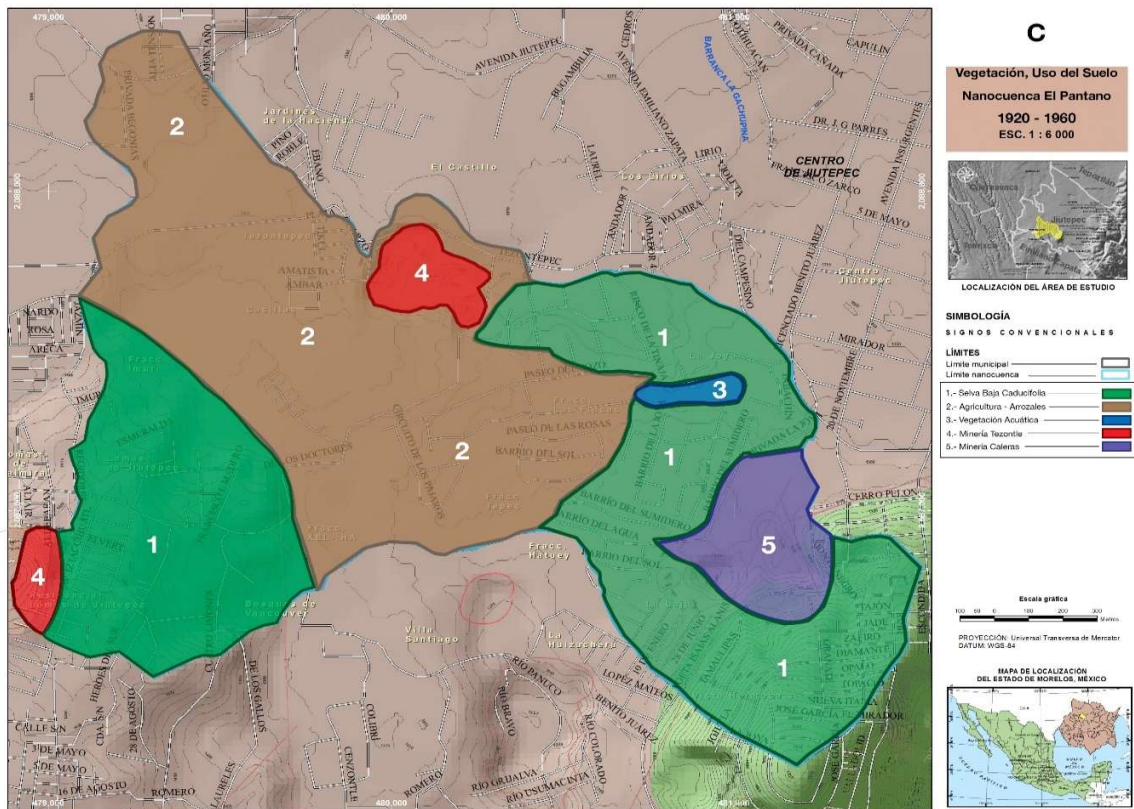


Figura 20.- Uso del suelo en la microcuenca El Pantano, 1920-1960

Históricamente, el agua proveniente de los manantiales, ríos y apantles de Jiutepec, además de usarse para el riego de zonas agrícolas, se usó para abastecer de agua potable a los pueblos y rancherías de Jiutepec. Sin embargo, con la construcción y funcionamiento de la Ciudad Industrial de Valle de Cuernavaca (CIVAC) en la década de los sesentas y el incremento poblacional que trajo consigo, la calidad del agua sufrió un grave deterioro, y dejó de usarse para agua potable por el pueblo de Jiutepec, aunado a que a partir de entonces se introdujo la tubería del agua potable, de la que se abastece a la mayor parte de la población, a partir del bombeo de agua del acuífero que hay en la zona.

Como ya se ha mencionado, otro afluente importante por el rumbo del norponiente de Jiutepec fue el manantial de Chapultepec, que desde la Colonia se ha ocupado para regar

los campos de caña de azúcar, después los campos de los ex revolucionarios quienes sembraban maíz y arroz. A partir de los años 70s se comenzaron a introducir las flores ornamentales. La historia de los campos de pasto para jardines, canchas deportivas y los grandes salones de fiestas es más reciente, se introducen a partir de la baja productividad y apoyo al campo por parte del gobierno. En la década del sesenta, y principalmente 70s y 80s del siglo pasado, es cuando aparecen los grandes y pequeños fraccionamientos, ya que la tierra para uso agrícola se devaluó, y los inversionistas aprovechan los bajos precios para comprar tierras a pequeños propietarios, ejidatarios y comuneros de la Microcuenca y sus alrededores, para instalación de fraccionamientos y complejos habitacionales de casas y edificios (Figura 21).

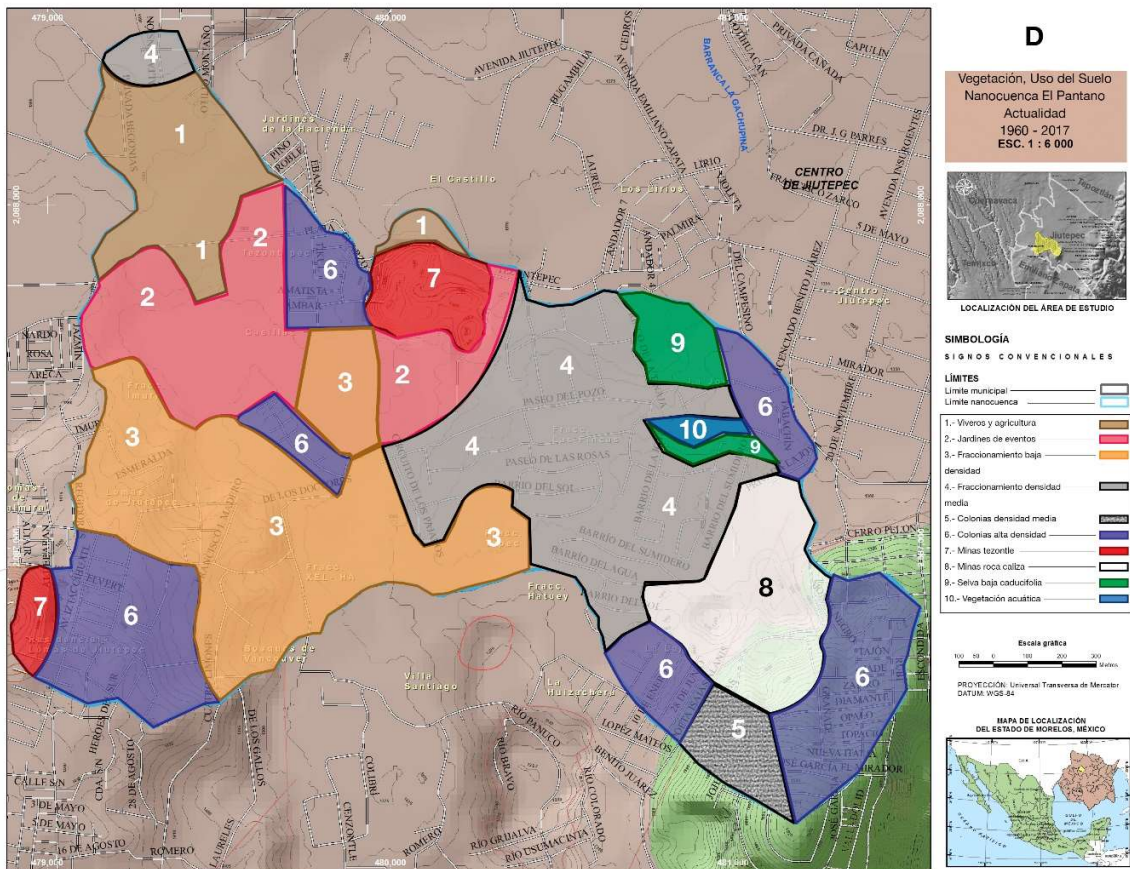


Figura 21.- Uso del suelo en la microcuenca El Pantano, 1960-2017

Por último, es importante mencionar otro tipo de uso del suelo que se dio sobre los cerros que se ubican y delimitan la microcuenca de El Pantano, y que durante parte de la segunda mitad del siglo XX estuvieron siendo aprovechados para la extracción de la piedra de la que están conformados, y es así que nos referimos por una parte al Cerro de Xiutepec, que contiene roca calcárea de origen marino, la cual estuvo siendo explotada hasta principios de la primera década del 2000, esta roca era extraída y molida para la producción de calidra para diversos usos, principalmente para la construcción. Por su parte los conos volcánicos de Tezontepec y de Zintepec, fueron aprovechados para la extracción de

tezontle, principalmente para la construcción de calles en la mayor parte de los fraccionamientos de la microcuenca y del municipio de Jiutepec. En la mina de tezontle de Tzontepac, con el tiempo se hizo una gran excavación de unos 300X200 metros de lado y de más de 30 metros de profundidad, y fue cerrada a raíz de los deslaves que se presentaron a principios de la década del 2000, y que hizo que incluso se viniera abajo una calle recién construida. Actualmente este socavón es utilizado para desechar escombros de la industria de la construcción. La mina de la ladera oriente del volcán Zintepec aún está en aprovechamiento.

Como resultado del análisis de la historia ambiental, se considera que de continuar la tendencia actual de incremento poblacional y de fomento a los desarrollos habitacionales en la microcuenca, en las próximas dos décadas se habrán perdido los relictos de ecosistemas naturales y la desaparición de la mayor parte de las especies de flora y fauna silvestre nativa, así como la mayor parte de los agro-ecosistemas de la microcuenca, y habrán sido sustituidos por fraccionamientos, zonas habitacionales de alta densidad, y disminuido los espacios agrícolas, de jardines de eventos, canchas de fútbol y áreas verdes en general. Como consecuencia de ello, disminuirá la disponibilidad del agua superficial y subterránea, y se incrementará la contaminación del agua de los apantles y del acuífero, así como del incremento de la isla de calor por disminución de áreas verdes y avance de la mancha urbana; con todo ello disminuirá la calidad de vida de los habitantes de la microcuenca. Por lo que una opción para detener y revertir esta tendencia de deterioro ambiental, las OSC han propuesto la elaboración, acuerdo, gestión y aplicación del Programa de manejo integral comunitario de la microcuenca el Pantano, del cual se hablará más adelante.

Actividades o movimientos ciudadanos a favor del ambiente.- De las entrevistas realizadas a más de 30 personas de la tercera edad, habitantes de la zona centro de Jiutepec y de la microcuenca El Pantano, en sus respuestas todas ellas destacan que hasta antes de la instalación de CIVAC (mediados de la década de los sesenta del siglo veinte), la población del municipio y la zona centro era pequeña, de entre 4 a 5 mil personas, todos se conocían, y la mayor parte de la gente se dedicaba a actividades agrícolas, o a trabajar en la fábrica de Cementos Moctezuma, o en la burocracia, y que las condiciones ambientales de la zona centro del municipio eran de una gran riqueza de agua, de tierras agrícolas de riego donde se sembraba arroz, caña de azúcar y milpas, en los patios de las casas eran en su mayor parte grandes huertos, con abundancia de árboles frutales, cuyo producto era tanto para el consumo como para la venta, principalmente hacia la ciudad de México donde se enviaba la producción a través del ferrocarril, que se cargaba en la cercana estación del tren de El Mango.

El abastecimiento de agua potable, y para surtir las necesidades de agua de las familias se hacía a través del Río Puente Blanco, o de los apantles que vienen del manantial de Chapultepec, ambos llevaban agua limpia de la que se abastecían las casas.

Todo esto cambió a partir de la instalación de CIVAC, en que por una parte empezó a contaminarse el agua del Río Puente Blanco, y por otra hubo un incremento vertiginoso de la población humana del municipio, y fue en ese tiempo que hubo un movimiento ciudadano para protestar por la contaminación del río, lo cual trajo por un lado que el Gobierno instalara el sistema de agua potable del municipio, y por la otra la instalación de la planta de tratamiento de aguas residuales de ECACIV (Empresa para el Control de Aguas residuales de CIVAC) en la parte sur del municipio, lo cual no solucionó el problema de

contaminación del agua del río por aguas residuales urbanas, aunque si disminuyó la contaminación por aguas industriales de dicha planta.

Ninguno de los viejos habitantes entrevistados recuerda que haya habido ningún otro movimiento ambientalista después de mediados de la década de los sesentas; y que esta gestión ciudadana se reactivó hasta finales de la década de los noventas del siglo pasado, con diversos esfuerzos por limpiar el Río las Fuentes, y gestionar la protección de los últimos espacios naturales del centro de Jiutepec, y otras áreas naturales del municipio.

La actualidad: Nuevas formas de entender la tierra y el agua con la llegada de los fraccionamientos.

Es destacable que en los últimos 15 años ha habido un incremento de la conciencia y participación ciudadana en la gestión por la protección del ambiente en Jiutepec, y en especial en la microcuenca. Entre sus actividades destacan los estudios técnicos para establecer como área natural protegida (ANP) a El Pantano, así como los diversos movimientos ciudadanos para evitar la construcción de casas habitación en el predio Los Venados y que en su lugar se establezca un ANP o parque urbano, lo cual ya fue anunciado públicamente el pasado 5 de junio de 2017 por las autoridades gubernamentales.

Otro esfuerzo importante de gestión de las organizaciones de la sociedad civil ha sido la elaboración del Programa de manejo de la MHEP y la creación y funcionamiento de un Comité intersectorial para la gestión de la microcuenca. Adicionalmente, se ha hecho un importante esfuerzo de capacitación de jóvenes de secundaria y preparatoria para promover la conciencia ciudadana de protección del ambiente, la biodiversidad y el agua. Estos pueden ser elementos que contribuyan a dar alternativas para equilibrar el desarrollo con la protección ambiental, y que pueda servir de experiencia para retomar en otras microcuencas del municipio de Jiutepec.

SITUACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL EN LA ACTUALIDAD

Entorno biofísico y socioeconómico del estado, de la RNEM y de la MHEP

Contexto estatal.- El estado de Morelos, la segunda entidad más pequeña de México, tiene una extensión territorial de 4,879 km² lo que representa el 0.2% de la superficie total del país. Sin embargo, es un territorio biodiverso por su topografía, por su variedad de climas y de ecosistemas, y porque en este espacio confluyen las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical; aquí se encuentran 8 de los 10 grandes ecosistemas y el 14% de las especies de plantas y animales del país (CEAMA-CONABIO, 2003) (CONABIO UAEM 2004). Se considera que el 60% de la superficie del Estado es de vocación forestal (Boyas 1993, Aguilar Benítez 1998).

En contraste con esa gran riqueza natural, Morelos ha perdido en los últimos 40 años la mayor parte de su biodiversidad, y se considera que el 80% de los suelos presentan diversos grados de erosión. En el año 2004 se estimaba que a Morelos le quedaban 86,000 hectáreas (17.6 % de la superficie estatal) de bosques y selvas conservados (CONABIO-UAEM 2004) (Figura 22), y para el año 2013 esta cifra se redujo a 33,902 hectáreas (CONAFOR 2013), en 10 años se perdieron mas del 62% de los ecosistemas conservados de la entidad. Se estima que en Morelos se pierden entre 3000 y 4000 hectareas de

bosques y selvas por año (CONABIO-UAEM 2004, Gobierno del Estado de Morelos 2014), por lo que con esta tendencia en las próximas décadas se habrá perdido la cobertura forestal estatal. Morelos ocupa el 2° lugar de los estados de la República Mexicana por la transformación y destrucción de sus ecosistemas naturales (Flores y Gerez 1994).

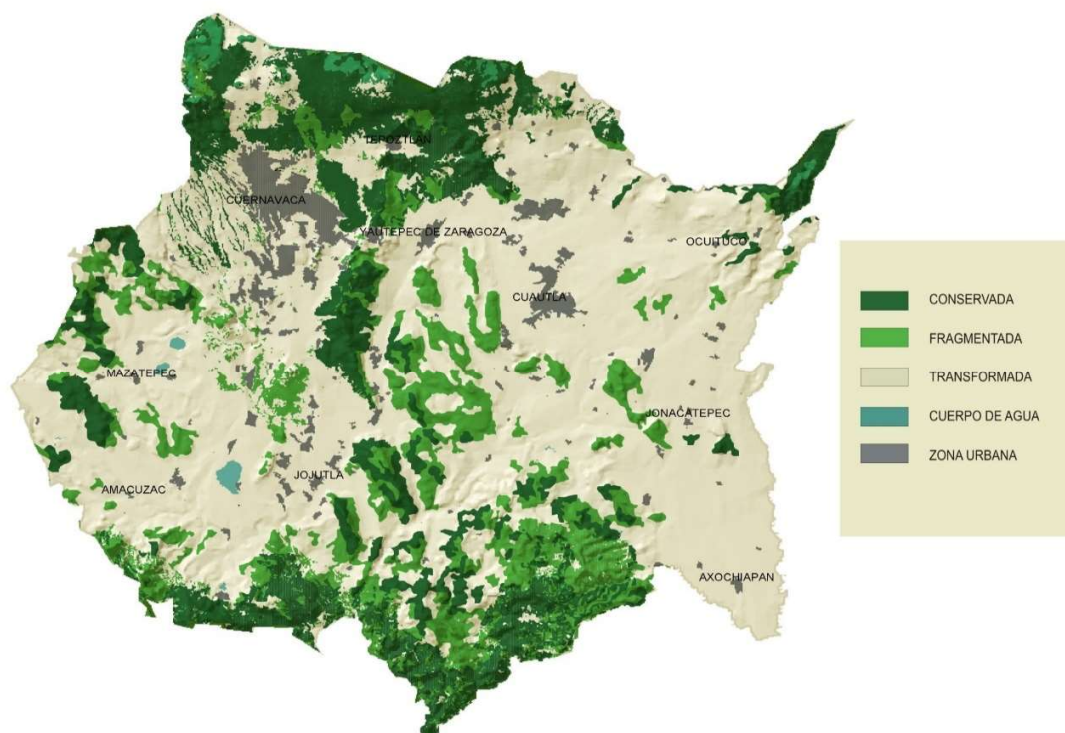


Figura 22.- Vegetación y uso del suelo en el estado de Morelos 2004
Fuente: CONABIO UAEM 2004

En contraste a esta tendencia, la población del estado se incrementó de 386,264 habitantes en 1960 a 1,661,813 habitantes en 2008, y a casi 1,900,000 en el 2017. Actualmente, la tasa de crecimiento media anual es de 2.35%, superior a la media nacional (2%). El estado es uno de los más densamente poblados del país, creció de 78 hab/km² en 1960 a 334 hab/km² en el 2008, seis veces el promedio nacional. La población urbana aumentó del 53% de la población total en 1960 a 89 % en el 2008 (datos de INEGI).

La mayor parte de la zona central y oriente de la RNEM presenta unidades geológicas (derrames de lava recientes -texcales-) que permiten una alta permeabilidad del agua, el Glacis de Buenavista donde se ubican la mayor parte de las barrancas de Cuernavaca y la zona poniente de la RNEM presenta permeabilidad media. También hay pequeñas porciones de origen calcáreo cuya permeabilidad es muy baja (Pohle 2006).

Dentro de este contexto la mayor parte del municipio de Jiutepec y de la MHEP se ubican dentro de unidades geológicas de alta permeabilidad, por estar cubiertos en su mayor parte de texcales, con excepción de los citados cerros de Jiutepec y de la Sierra Monte Negro que son de permeabilidad muy baja. Al respecto es importante considerar

que el desarrollo urbano que se ha dado en esta región durante las últimas décadas, y las tendencias actuales de redensificación urbana, que continúa dándose en el oriente del municipio de Cuernavaca, y en la mayor parte del municipio de Jiutepec, han devastado la selva baja caducifolia que ahí existía, y en zonas de alta permeabilidad, se han cubierto con asentamientos urbanos e industriales. Esto, ha causado un importante impacto negativo sobre la calidad y disponibilidad de agua superficial y subterránea, e incluso sobre el microclima, al crear una “isla de calor”, que para el año 2005 se estimó en más de 2°C de promedio, respecto a la temperatura que le correspondería a esa zona (Pohle 2006)

Considerando las unidades geohidrológicas del municipio de Jiutepec se tienen tres tipos de acuíferos que se agrupan dentro del acuífero de Cuernavaca, siendo estos (Figura 23):

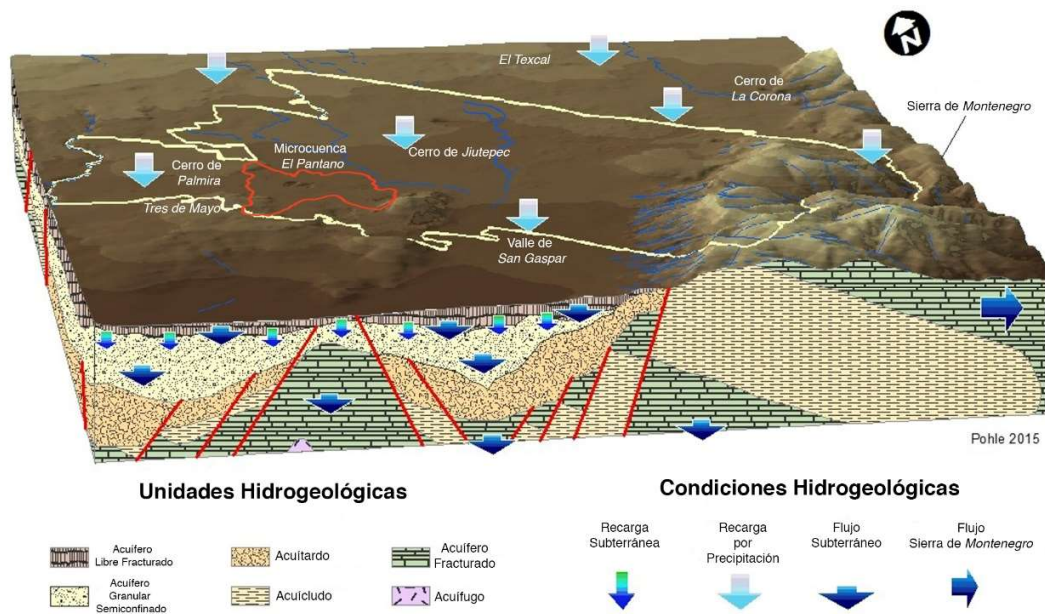


Figura 23.- Diagrama del acuífero de Cuernavaca, municipio de Jiutepec, Mor. Pohle 2012

Un acuífero libre alojado dentro de la Formación Chichinautzin, cuya alta tasa de infiltración permite captar grandes volúmenes de agua pluvial y que, debido a su elevada transmisividad, permite un rápido flujo hacia las zonas de descarga localizadas en zonas que cortan el nivel freático de este acuífero y superficies de contacto con otras formaciones menos permeables, lo que se manifiesta a través de los numerosos manantiales presentes en RNEM. Por tal motivo, su nivel freático es muy sensible al sobre-bombeo y muy vulnerable a la contaminación.

Subyaciendo al acuífero anterior, se encuentra un acuífero de tipo semiconfinado dentro de un medio granular, constituido por la Formación Cuernavaca, la cual presenta condiciones de alta anisotropía, una permeabilidad que varía de media a media-baja y que recibe importantes aportes de la Formación Chichinautzin, la cual le sobreyace en la mayor parte del área.

Infrayaciendo a los acuíferos anteriores, se encuentra emplazado un acuífero de tipo confinado en un medio fracturado o disuelto, constituido por rocas calcáreas de las formaciones Cuautla y Morelos que ocupan bajos estructurales de antiguas fosas tectónicas. Su profundidad es variable, pero se estima alrededor de los 350 m bajo el área del Glacis y de 500 m en el Valle de San Gaspar (TACSA, 1981, citado por Pohle 2015). Aun cuando dicho acuífero no ha sido estudiado ni está sujeto a explotación, se considera que su trasmisividad debe ser alta y que su recarga se daría a través de las numerosas fracturas y zonas de contacto con los acuíferos antes mencionados (Pohle 2012).

El Municipio de Jiutepec y la MHEP.- El Municipio de Jiutepec, representa el 1% de la superficie del Estado de Morelos, y el 0.0025% del territorio nacional, y aquí existen 4 de los 10 ecosistemas de México: Bosque de Quercus, Selva Baja Caducifolia, Bosque de Galería, y Vegetación Acuática. Hay 290 especies de vertebrados (47% de las registradas en Morelos y 5.6 % de México), un pez endémico amenazado, aves: 184 especies (50% de Morelos y 17 % México), reptiles: 32 (40 % Morelos y 4.5% de México), mamíferos: 62 (61 % Morelos, 12 % México), 335 especies de plantas (9% de Mor).

El municipio de Jiutepec tiene además abundante agua superficial y subterránea, suelos agrícolas de primera, clima semicálido de los mejores de Morelos y de México, de las más de 5000 hectáreas de territorio del municipio, la mayor parte tiene un uso urbano, 500 hectáreas son de uso agrícola de riego, y le quedan 600 Has de ecosistemas naturales (12 % del municipio). La población paso de 8000 habitantes en 1960 a más de 200,000 actualmente, es decir de 278 a 2780 habitantes por km² en 50 años.

La MHEP.- La MHEP es endorreica y se localiza en el surponiente del municipio de Jiutepec, en el centro-oriente de la RNEM, y tiene una extensión de 294 hectáreas (Figuras 24). Su relieve se distingue de la mayoría del territorio municipal por elevaciones de cierta magnitud que alcanzan los 1 520 msnm (cerro de Jiutepec), zonas relativamente planas y hondonadas de forma semicircular denominadas “joyas” (úvalas) que pueden alcanzar unos cientos de metros (Figura 25). Su geología comprende antiguas estructuras tectónicas de naturaleza sedimentaria de origen marino y estructuras volcánicas de edad reciente (Figura 26) (Jaramillo *et al.* 2018).

El clima del área de estudio es del subtipo Aw0(w), Cálido Subhúmedo, con temperatura y precipitación media anual de 21.9 °C, y 1 021.73 mm respectivamente. El microclima de la MHEP está influenciado por su baja urbanización (21% del área total), evitándose así el fenómeno conocido como celda de calor, presente en amplias zonas urbanas del norponiente del municipio de Jiutepec y RNEM, donde ya existe este fenómeno (Pohle 2006). Dentro de su territorio no se encuentran ANP, sin embargo, contiene áreas de importancia ambiental que son susceptibles de protección por su biodiversidad e importancia hidrogeológica y microclimática.

Capítulo III.- Análisis histórico, biofísico y funcional de la microcuenca de El Pantano

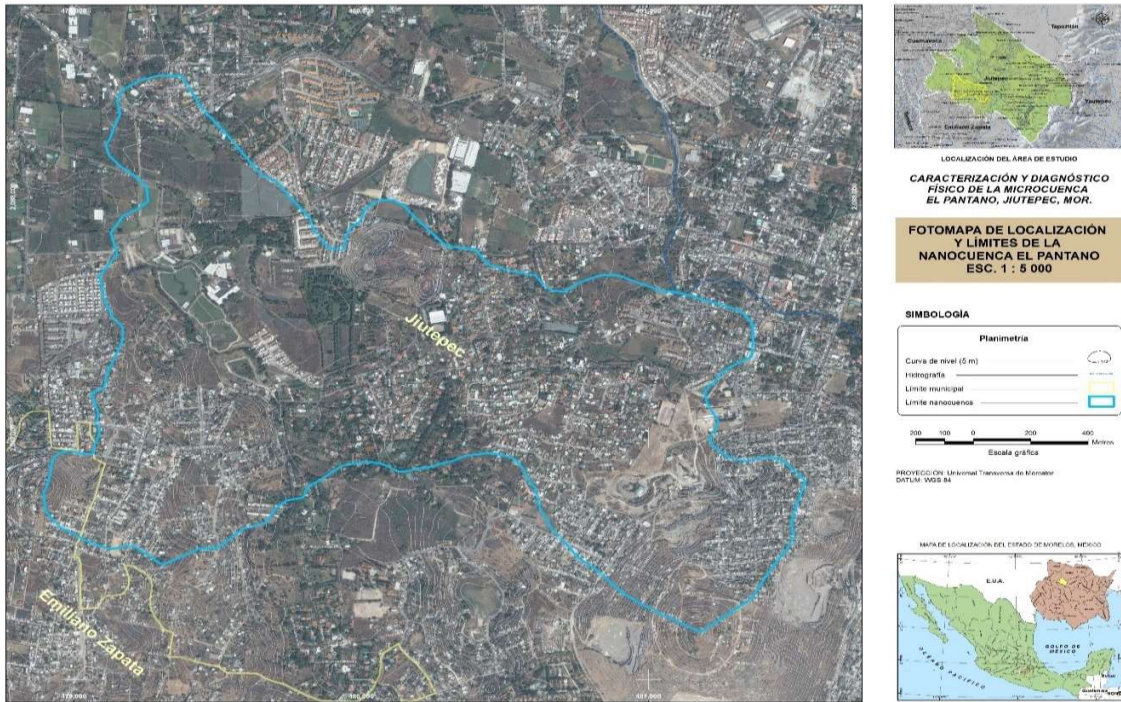


Figura 24.- Límites de la microcuenca endorreica de El Pantano, Pohle 2015



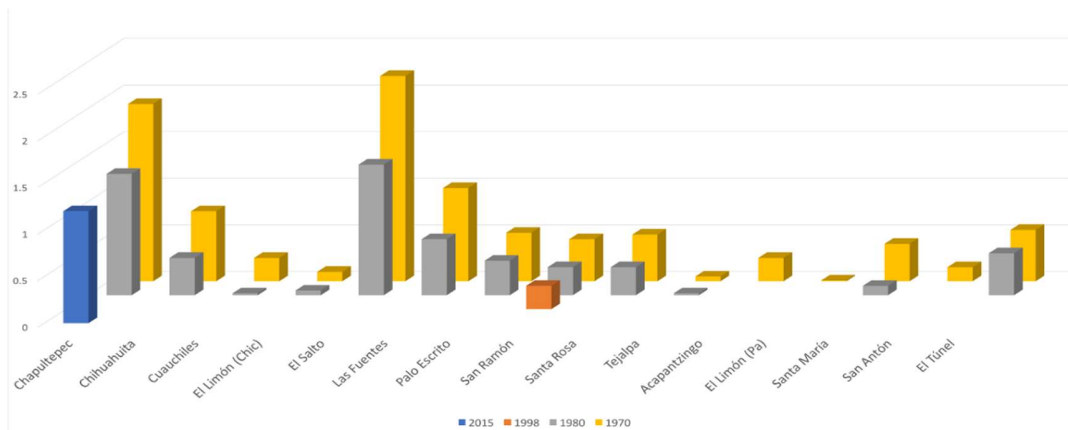
Figura 25.- La MHEP vista de norponiente a suroriente, al fondo se observa el Cerro de Xiutepetl, que muestra diversas formaciones de roca calcárea

Capítulo III.- Análisis histórico, biofísico y funcional de la microcuenca de El Pantano



Figura 26.- Morfología de la MHEP, Pohle 2015

Balance regional de aguas subterráneas. - De acuerdo con el balance del acuífero Cuernavaca realizado en 2002 por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (DOF, 31 de enero de 2003), existía un volumen disponible de 32.749689 Hm³/año, para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Cuernavaca. Sin embargo, en el periodo 2002-2009 la disponibilidad media anual de agua subterránea en este acuífero se redujo a 4.8 Hm³/año, esto representa, un 76.6% menos en un lapso de 7 años, (CONAGUA, DOF, 28 de agosto de 2009). Por otro lado, el Organismo de Cuenca Balsas presenta en 2011, un decremento de los caudales de los manantiales (Figura 27) y una tendencia de la disponibilidad de agua para este acuífero (Figuras 28 y 29):



Grafica 1.- Evolución de la descarga de manantiales (m³/s) localizados en el acuífero Cuernavaca, durante el periodo de 1970 a 1980 (Fuente: Servicios Geológicos, 1970; TACSA, 1981 y Pohle, 2015)

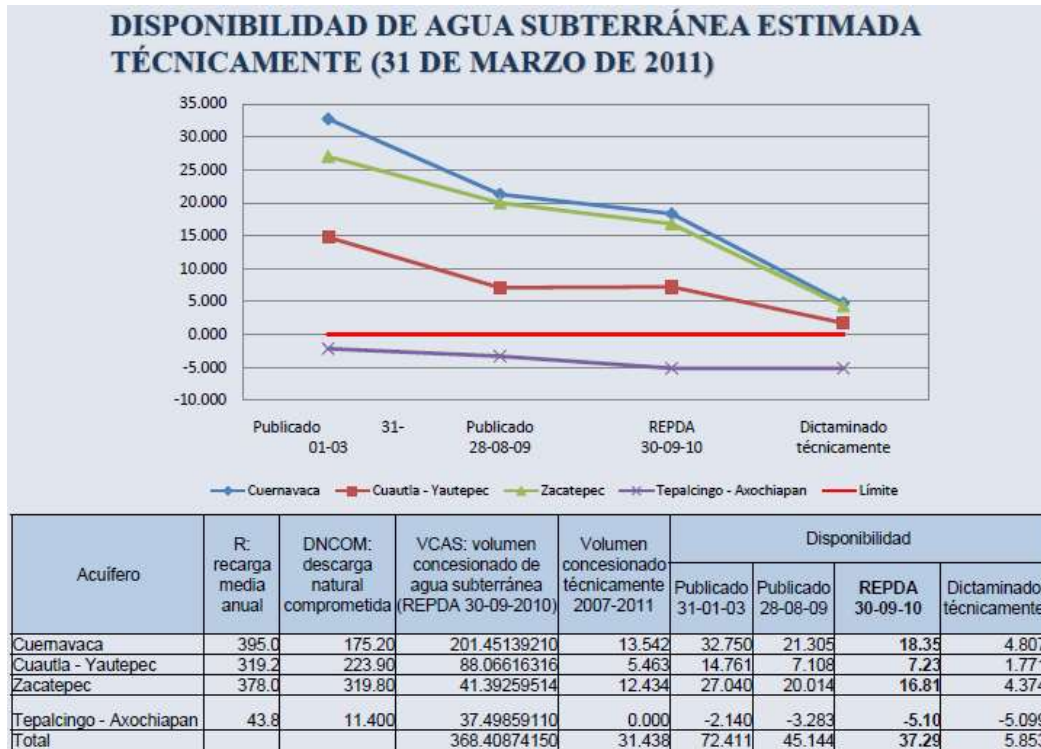
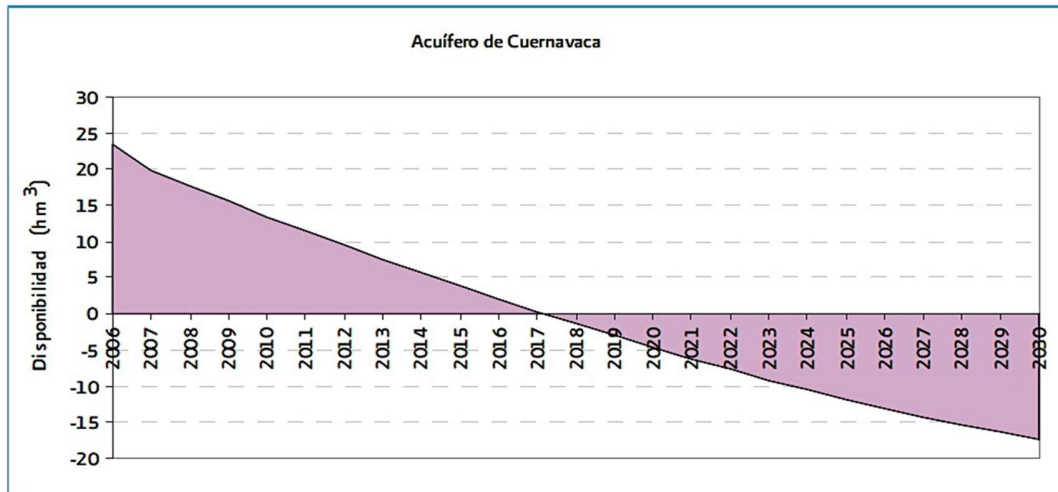


Figura 28.- Disponibilidad de agua subterránea en los acuíferos del Estado de Morelos. Fuente: Organismo de Cuenca Balsas, CONAGUA 2011.

Acuífero de Cuernavaca



Disponibilidad del agua en el acuífero de Cuernavaca y su proyección al 2030. Fuente: Organismo de Cuenca Balsas, 2008, en CONAGUA, (2010b: 47).

Figura 29

Balace de aguas superficiales en la MHEP.- Encontramos dos sistemas de escurrimientos; el primero es el drenaje natural de carácter efímero y su curso es poco definido, debido a la permeabilidad del terreno y el crecimiento urbano (Figura 30); únicamente se presenta durante la época de lluvias y convergen en un pequeño vaso receptor denominado la Joya o El Pantano, localizado en el límite nororiental de la MHEP, donde las aguas fluyen por una depresión, hasta infiltrarse al subsuelo en la base de una pared de basalto, dentro de “sumideros” o cavidades.

El segundo sistema lo compone una intrincada red de canales que trasvasan una parte del caudal originado en el manantial Chapultepec, 1,177.47 Ips, los cuales son distribuidos a través de una red de canales secundarios o apantles, originalmente construidos para la irrigación de tierras agrícolas, desde épocas precortesianas. Después de irrigar terrenos de diversos fraccionamientos, áreas de cultivo, viveros, y parques, ingresan finalmente a la MHEP aproximadamente 210 Ips, el 18% del caudal original. Dicho volumen se distribuye mediante apantles que cruzan la parte baja de la MHEP, llegando finalmente al vaso receptor de El Pantano con un caudal de 119.81 Ips, que representa el 10.2% del volumen original trasvasado del manantial Chapultepec. Las aguas cristalinas en su inicio van decreciendo en cantidad y calidad, observándose fuentes de contaminación en algunos puntos del recorrido, constituidas por residuos sólidos urbanos, descargas de aguas domiciliarias y retornos agrícolas.

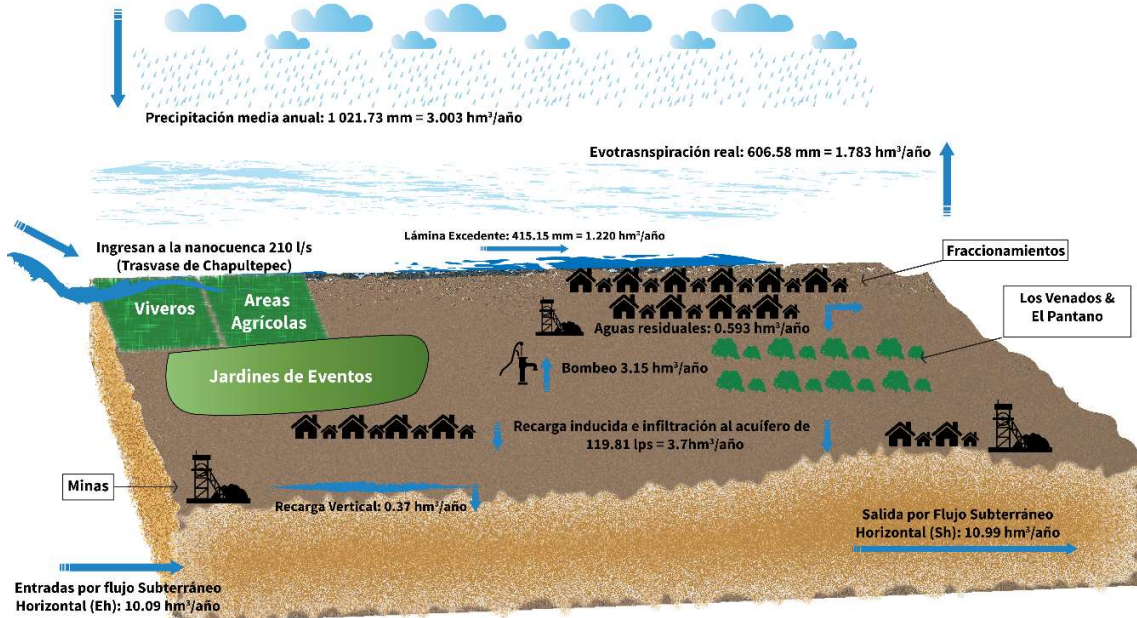


Figura 30.- Hidrografía de la microcuenca endorreica El Pantano, Pohle 2015

El gasto máximo instantáneo, o de avenidas máximas de agua, calculado en la confluencia de escurrimientos se calcula en 8.11 m³/s para un Tr = a 3 años; y de 12.60 m³/s, para un Tr = 50 años, habiéndose calculado para un Tiempo de retorno (Tr) máximo de 500 años.

Balance de aguas subterráneas en la MHEP.- Las aguas subterráneas tienen su mayor aportación por flujo subterráneo horizontal, el cual representa el 71.36% (10.09 hm³/año) de la recarga total anual. También se consideran de importancia la recarga inducida por retornos agrícolas, infiltración de canales y aguas residuales, lo que suma 3.68 hm³/año. La recarga por infiltración vertical es poco significativa, se estima en sólo 0.37 hm³/año (Figura 31). De acuerdo con el balance efectuado se determinó que a nivel de la MHEP existe una disponibilidad adicional de 0.9 hm³/año. Si se considera una dotación diaria por persona de 250 l/hab/día, para una población del doble de la actual en la MHEP, se necesitarían extraer 1.59 hm³/año y si se consideran las pérdidas actuales por fugas este volumen se incrementaría a 2.38 hm³/año, lo cual estaría todavía por debajo del volumen actual de bombeo (3.15 hm³/año).

Figura 31.- Diagrama de funcionamiento hidrológico de la microcuenca El Pantano



Aspectos bióticos.- De manera general, podemos mencionar que en la MHEP la flora se encuentra constituida por relictos de selva baja caducifolia (FAUNAM 2012). La fauna silvestre, está representada por especies que se han adaptado a la traza urbana (cacomixtles, mapaches, comadreas, ardillas, tlacuaches, iguanas y roedores), especies relacionadas con los apantles y cuerpos de agua, anfibios, peces, tortugas y aves de gran distribución y la relacionada con ambientes acuáticos (patos y garzas). En el área propuesta a proteger de El Pantano (3.75 hectáreas) se registraron más de 100 especies de vertebrados, de los cuales más de noventa eran especies nativas, de las cuales 11 especies son de interés para la conservación, incluidas en la NOM-059-2010 por ser endémicas, amenazadas o en peligro de extinción (FAUNAM 2012).

En la MHEP la cobertura vegetal natural ha sido transformada por el avance de la frontera agrícola y el desarrollo urbano. Dentro de la MHEP encontramos nueve áreas de interés ambiental, las cuales ocupan 188 has, lo que representa el 64 % de la superficie total de la MHEP. Estas áreas se pueden concentrar en dos grupos: a) Áreas con relictos de vegetación natural (El Pantano, Los Venados y cerro en Lomas de Jiutepec- Figuras 32 y 33); b) áreas modificadas con poca o nula vegetación natural con ecosistemas transformados. En algunas de estas áreas, se desarrollan actividades productivas (cultivo y venta de plantas ornamentales, agricultura, jardines de eventos), otras son áreas comunes de fraccionamientos, y en otros casos son áreas privadas o particulares que, actualmente se han mantenido con relictos de vegetación original y secundaria. Estas áreas están proveyendo servicios ecosistémicos como infiltración de agua a mantos freáticos, retención de suelos, conservación de la biodiversidad, de reducción de vulnerabilidad al cambio climático para las poblaciones urbanas y de protección civil, entre otras. En el caso de los predios Los Venados y el Pantano hay diversas propuestas concretas y gestiones de organizaciones de la sociedad civil (OSC), para su establecimiento y manejo como ANP. En el caso del predio los Venados ya hubo en junio de 2017, un anuncio público de los gobiernos estatal y municipal de que iniciaron el proceso para establecerlo como un Parque Metropolitano y conservar la vegetación (Gobierno del Estado de Morelos 2017).



Figura 32.- Humedal de El Pantano



Figura 33.- Selva Baja Caducifolia, porción sur de El Pantano (Pohle 2012)

Entorno socioeconómico y problemática ambiental

La población dentro de la MHEP al año 2010 fue de 8,663 habitantes, con una densidad de 2,946 hab/km², y la estimada según proyección demográfica al año 2015, fue de 10,231 habitantes. De la proyección de población citada, se espera que esta alcance los 17,419 habitantes para el año 2031, es decir el doble de la actual (Figura 34).

Sin embargo, si se consideran las 11 AGEBS y las manzanas dentro de las cuales se encuentra la MHEP, hay una población de aproximadamente 13,689 personas en un área 5.26 km², con una densidad de 2,602 hab/km², lo que significa una densidad menor a la del municipio de Jiutepec (3,517 hab/km²), pero que supera por mucho a la del Estado de Morelos (364.26 hab/km²). El total de viviendas contabilizadas para la MHEP fue de 5,087. El 50% de la población se sitúan en la parte alta de la MHEP que es menos accesible a los servicios públicos. De acuerdo con un estudio preliminar de generación de residuos sólidos domiciliarios (RSD), se determinó que actualmente la población de la MHEP genera un total de 6.859 toneladas diarias de residuos, lo cual significa que anualmente producen 2,503 toneladas de RSD.

Con respecto a la generación de aguas residuales domiciliarias, se calcula que actualmente se vierten 0.593 hm³/año -considerando un gasto medio-, de los cuales la mayoría se infiltra a través de pozos de absorción, se vierte en algunos casos en los apantles y en menor medida se colectan en los pocos ductos que existen, mismos que finalmente descargan en otros cuerpos de agua. La alta permeabilidad del terreno que permite esta práctica puede estar contaminando el acuífero y puede tener afectaciones en la salud de la población.

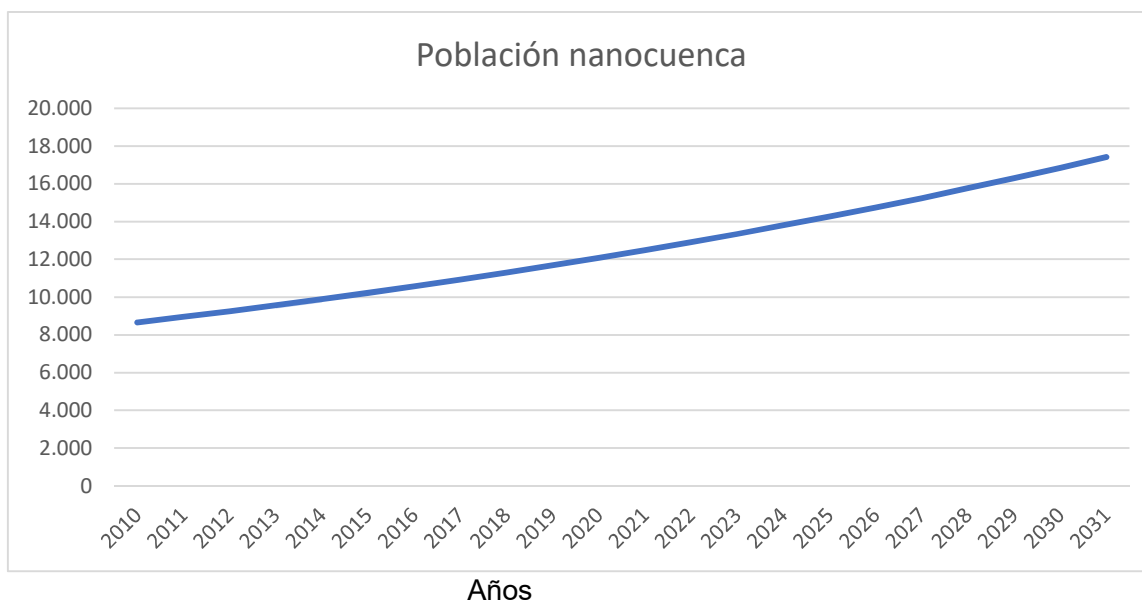


Figura 34.- Tendencia de la población en la MHEP, Pohle 2015

Funcionamiento y manejo ambiental de la MHEP

Uso del territorio

La MHEP representa el 6 % de la superficie municipal, y en ella se presentan relictos de 3 de los ecosistemas que hay en Jiutepec, (con excepción del Bosque de Quercus o encinos); los cuales cubren un total de 4.73 hectáreas, es decir el 1.6% del área de la MHEP, y están distribuidas de la siguiente forma (Cuadro 3, Figura 35): 2.8 hectáreas de Selva Baja Caducifolia en el predio los Venados, 1.4 hectáreas de Selva Baja Caducifolia en El Pantano, y 0.53 hectáreas de vegetación acuática y riparia en El Pantano. Por tanto, es de especial relevancia gestionar la protección y restauración de estos últimos relictos de ecosistemas naturales de la MHEP.

La mayor parte de la MHEP no está urbanizada (78% = 232.2 hectáreas), es decir solo el 21.8% (61.7 hectáreas) está ocupado por construcciones, calles y caminos; y en el resto de la MHEP el suelo no ha sido cubierto de cemento, teniendo diversos usos como viveros, cultivos agrícolas, jardines, zonas arboladas, pastizales, etc. Por tanto, aún es factible hacer un OET, que permita regular el uso del suelo para preservar o mantener a largo plazo un importante porcentaje de uso del suelo con áreas verdes, y un cierto equilibrio ambiental de la MHEP.

Cuadro 3.- Uso del suelo en la MHEP

Tipo de uso	Área %	Superficie (ha)	Características
Vegetación nativa	1.6%	4.73	Selva baja caducifolia, Vegetación acuática y riparia

Capítulo III.- Análisis histórico, biofísico y funcional de la microcuenca de El Pantano

Vegetación	16.4%	48.23	50% jardines arbolados, 30% pasto
Construcciones	6%	17.65	Casas, edificios, bodegas, comercios, escuelas, banquetas y calles
Calles caminos y caminos	15%	44.13	Áreas sin vegetación aparente
Suelo desnudo	15%	44.13	Áreas sin vegetación aparente
Pastizal	13%	38.25	Pastizal inducido
Cultivos viveros y	33%	97.09	Áreas agrícolas de riego (80%) y de temporal (20%)
Suma:	100%	294.2	

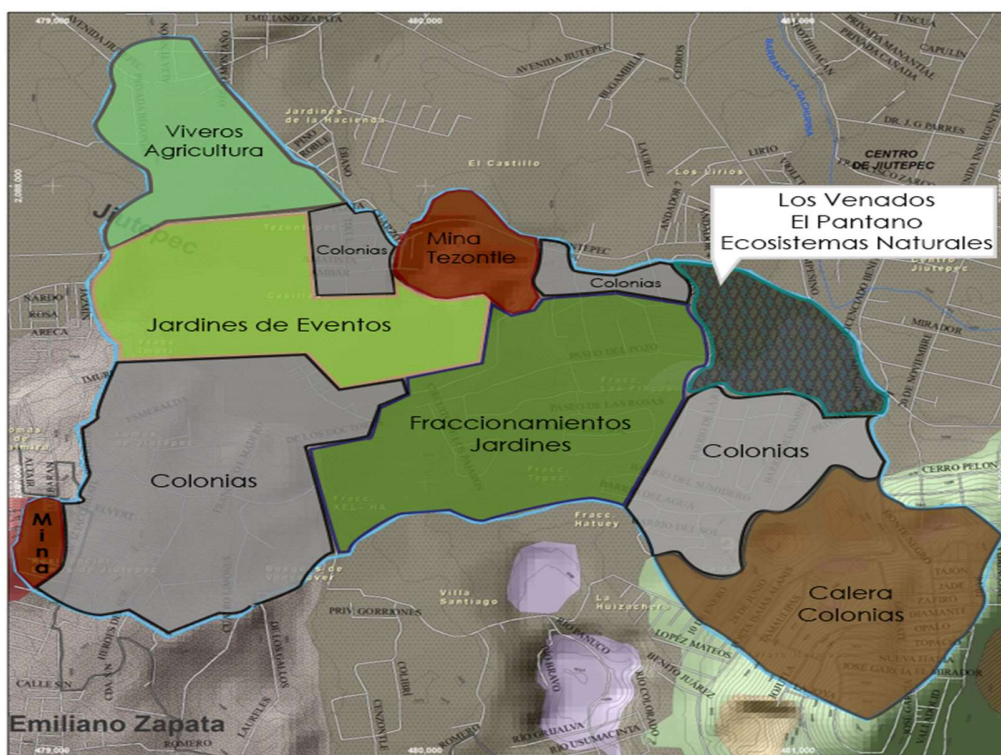


Figura 35.- Uso del suelo en la MHEP

Del resultado del análisis de los ordenamientos de usos del territorio, se encontró que de manera general se categoriza a la mayor parte de la MHEP como de Uso Habitacional con diferentes densidades. Se destaca la política de protección como ANP para el polígono de El Pantano (Humedal, zona inundable y relicto de selva baja), no así el polígono de Los Venados que se considera como de uso habitacional. Finalmente, en los diferentes instrumentos se propone la protección, restauración o establecimiento de parques urbanos para los polígonos que fueron utilizados para la extracción minera al norte y al sureste de la MHEP. Es decir, los instrumentos legales que regulan el uso del suelo consideran a la mayor parte del uso del suelo en la MHEP como de uso urbano o

urbanizable a futuro, de ahí la necesidad de revisarlos y proponer su adecuación, para que las áreas de valor ecológico se consideren como no urbanizables y se mantengan como áreas verdes, para mantener los servicios ecológicos, un ambiente agradable para el ser humano y la conservación de la biodiversidad de la MHEP.

Funcionamiento y manejo ambiental de la MHEP

Se realizó un análisis detallado de las contradicciones y las tensiones existentes dentro de los subsistemas, jerarquizando los niveles de análisis y haciendo distinciones entre los mismos, describiendo los diferentes niveles jerárquicos. A partir del diagrama de flujo se generaron explicaciones de los distintos niveles a partir de la teoría del caos, y cuyos resultados se presentan en la Figura 38.

Resultado del análisis de diagrama de flujo, podemos observar claramente que el funcionamiento de la MHEP está vinculado sin duda con la interacción y flujo de las microcuencas vecinas de la RNEM, especialmente las ubicadas al norte y poniente de la microcuenca, de las cuales depende en cuanto al aporte de agua superficial y subterránea, tanto de manera natural, como la favorecida por la acción humana. Igualmente, está influenciada por la acción humana la cantidad y calidad del agua subterránea con las mencionadas microcuencas, por ejemplo, para el mantenimiento de la cantidad y calidad del agua subterránea se depende del mantenimiento de los ecosistemas y el uso del suelo forestal en la sierra del Chichinautzin- Tepoztlan y en la planicie de texcal de Tepoztlan y Tejalpa.

En las zonas que se ubican en la porción norte de la RNEM, se presenta un mayor grado de conservación de la biodiversidad y de uso del suelo destinado a su protección a través de grandes ANP (los parques nacionales de las Lagunas de Zempoala -PNLZ- y El Tepozteco -PNT-, así como el Corredor Biológico Chichinautzin -COBIOCh-), los cuales contienen un gran diversidad de ecosistemas forestales, y en su mayor parte el desarrollo urbano es incipiente, y las actividades agroforestales mantienen un cierto equilibrio con el mantenimiento de los servicios ambientales. Estas zonas tienen una fuerte limitante en cuanto a disponibilidad de agua superficial y subterránea para diversos usos (por que la mayor parte del agua que llueve se infiltra a grandes profundidades y por la altura fluye por gravedad hacia el sur), lo cual es una de las causas que han limitado el desarrollo humano en estas zonas.

Sin embargo, en estas zonas se presenta una inestabilidad de las zonas forestales, debido principalmente a que en las últimas 3 décadas ha venido en aumento la invasión de las ANP y zonas forestales por el avance ilegal de asentamientos humanos. Aunado a ello el incremento de incendios forestales y plagas (principalmente para las pináceas), ha venido impactando y disminuyendo la cobertura forestal.

En contraste con lo anterior en la zona central, por ser una zona más plana y con abundantes recursos hídricos (superficiales y subterráneos), es donde se ha desarrollado en los últimos 40 años una explosiva expansión urbana e industrial, en detrimento de los ecosistemas naturales y agroforestales que han sido deteriorados o destruidos en su mayor parte, y por tanto impactando los servicios ambientales que esta zona proveía al centro y sur de la región.

Capítulo III.- Análisis histórico, biofísico y funcional de la microcuenca de El Pantano

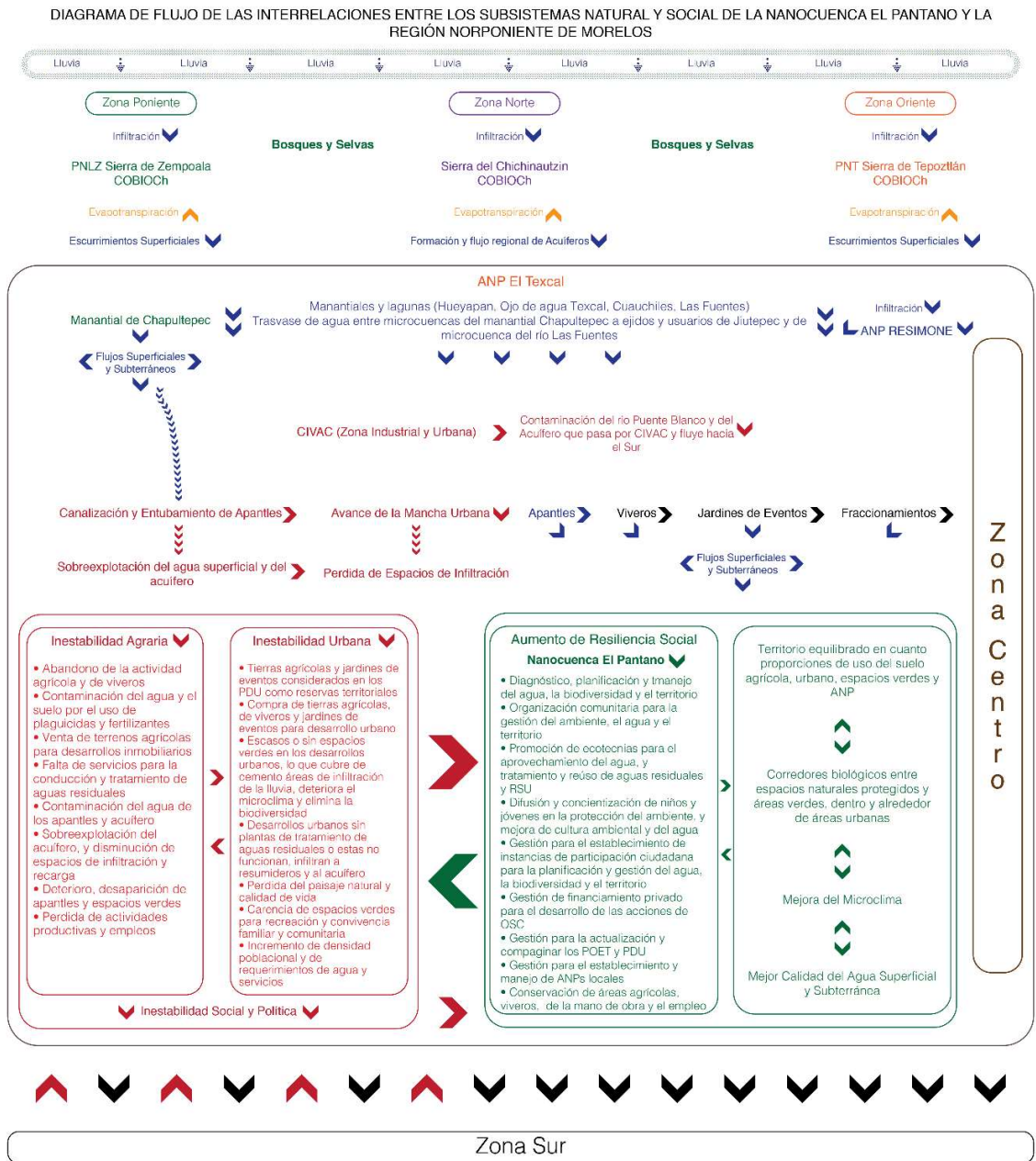


Figura 38.- Diagrama de las interrelaciones entre los subsistemas natural y social de la MHEP y la RNEM.

Dentro de este contexto regional, de interacciones de los subsistemas natural y social, se encuentra la MHEP, la cual ciertamente subsiste del aporte de agua superficial y subterránea que proviene de las otras tres zonas ubicadas al norte y a mayor altitud, y por tanto recibe los servicios ambientales que estas zonas proveen, pero también los impactos ambientales negativos que se originan en estas zonas y que repercuten principalmente en la cantidad y calidad del agua, y en el deterioro y contaminación de la cuenca atmosférica.

A su vez, la MHEP es un microcosmos de lo que ha venido sucediendo en la región y en el municipio de Jiutepec, y presenta una clara tendencia hacia la disminución y pérdida de los ecosistemas naturales, de espacios verdes, de áreas agrícolas de riego, las que cada vez con mayor intensidad y en menor tiempo, van siendo sustituidas por desarrollos urbanos y de aprovechamiento minero. Del análisis de interacción entre los subsistemas podemos observar lo siguiente:

- **La inestabilidad agrícola.**- Desde la década de los sesentas del siglo pasado, en que la MHEP y sus alrededores eran espacios dedicados principalmente a la agricultura de riego, que pertenecían en su mayor parte a ejidos, comunidades y pequeños propietarios, se han venido perdiendo estos espacios por la venta legal e ilegal de tierras para el establecimiento inicialmente de quintas, casas de campo y hoteles, para luego pasar a los fraccionamientos residenciales, y más recientemente a unidades habitacionales horizontales y verticales de alta densidad de casas, o colonias populares en las áreas cerriles. Con esta tendencia se van reduciendo cada vez más los espacios dedicados a la agricultura y viveros de plantas ornamentales, los cuales adicionalmente se ven afectados por descargas de aguas residuales urbanas hacia los canales que conducen el agua de riego.
- **La inestabilidad urbana.** - La tendencia de los últimos cuarenta años es a la urbanización legal e ilegal de todos los espacios en los que ha sido susceptible hacerlo, incluidas el establecimiento de asentamientos humanos y colonias en espacios de alto riesgo como las minas, junto a acantilados, zonas de inundación etc. impactando negativamente áreas de valor ambiental y deteriorando principalmente al recurso hídrico.
- **La inestabilidad de jardines de eventos y canchas deportivas.**- En los Planes de Desarrollo Urbano (PDU) y de OET, los jardines de eventos y canchas deportivas están considerados como reservas territoriales para desarrollo urbano futuro, y no hay criterios para mantener su uso actual en el largo plazo. Es decir, las políticas públicas ya están definiendo que la mayor parte del territorio de la MHEP será área urbana en el futuro, lo que, de no revisarse y corregirse, representa un gran riesgo de pérdida de los servicios ambientales y actividades económicas que actualmente proveen estos espacios.
- **La inestabilidad de las zonas vecinas a la MHEP (Poniente, norte, oriente, centro y sur) y a nivel regional.**- Es claro que hay una estrecha vinculación de la MHEP a nivel regional, principalmente a través del flujo de agua superficial y subterránea, por lo que para que su funcionamiento pueda ser viable a mediano y largo plazos, es fundamental la coordinación regional de políticas públicas y de instituciones e instrumentos encargados del OET, de la protección de la biodiversidad (ANP, UMAs), y de la planificación y manejo integral de los recursos hídricos.
- **El mal manejo del agua** superficial y subterránea en la región y en la MHEP constituye el tema central que vincula a los subsistemas y zonas de la RNEM. Es clara la tendencia en la disminución de la disponibilidad de agua superficial y subterránea a nivel regional y para la MHEP, debido a que ésta depende en su mayor parte del agua superficial (210 lps) que se trasvasa del manantial Chapultepec hacia la MHEP, y la mayor parte del agua que se utiliza para consumo

humano en la MHEP (3.15 millones de metros cúbicos al año), proviene del agua que se extrae del acuífero de Cuernavaca. Por lo cual es fundamental que como sociedad y a nivel de las instituciones públicas se valore la situación de los recursos hídricos a nivel regional y local, y se emprendan acciones para detener y revertir la tendencia de deterioro.

Pronostico. - Se observan dos posibles escenarios para el futuro de la MHEP y RNEM, el escenario tendencial y otro posible escenario resultado de la gestión y manejo de la MHEP y de los ecosistemas naturales y transformados a nivel regional, que pudiese servir como modelo para la planificación y manejo de otras microcuencas hídricas de la RNEM.

Escenario tendencial.- Dada la dinámica de interacción entre los subsistemas natural y social, se prevé que en los próximos años se pierdan las áreas agrícolas, de viveros y espacios verdes, las cuales se irán transformando en fraccionamientos y unidades habitacionales de alta densidad. La pérdida de áreas verdes modificará el microclima, incrementando las islas de calor, disminuirá las áreas de captación e infiltración de agua al acuífero, así como de la cantidad del agua superficial, la cual continuará perdiendo calidad por contaminación; desaparecerán los espacios verdes y los últimos relictos de ecosistemas naturales, que serán sustituidos por vegetación exótica, y en general habrá una pérdida de la biodiversidad y disminuirá la calidad de vida de los seres humanos y demás seres vivos que habitan en la MHEP y la región. Además, con los escenarios de cambio climático habrá mayores riesgos de inundaciones, de incremento en el consumo de energía, de violencia, etc.

Escenario con gestión y manejo de la MHEP y RNEM.- Se logrará el empoderamiento y liderazgo ciudadano en la planificación y gestión del territorio, del agua y la biodiversidad como un contrapeso a los poderes ejecutivos estatal y local y a los intereses económicos, lo que permitirá la creación y funcionamiento de instancias de coordinación intersectorial, y generar procesos de gobernanza o co-gobierno para la elaboración, presupuestación, observancia, seguimiento y evaluación de planes, programas y proyectos relacionados con la protección del ambiente, del agua, del territorio y la biodiversidad, y su continuidad a mediano y largo plazo, logrando un equilibrio entre los distintos usos del territorio y sus recursos naturales, con el desarrollo urbano, agrícola e industrial, mediante la observancia de los instrumentos de OET, de protección de la biodiversidad y del manejo de la MHEP, y que con el tiempo estos instrumentos e instancias de coordinación intersectorial puedan servir de modelo para la planificación y gestión de las microcuencas hidrológicas vecinas, así como la integración regional de la planificación y gestión integrada del agua y el territorio a nivel regional.

Bibliografía del capítulo III:

Aguilar Benítez, S. 1998. *Ecología del Estado de Morelos. Un enfoque geográfico.* Editorial praxis. 469 p.

Ávila Sánchez, H. 2001. *La agricultura y la industria en la estructuración territorial de Morelos.* Cuernavaca, CRIM-UNAM.

Ayuntamiento de Jiutepec. (2003). *Programa municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Jiutepec*. Jiutepec Morelos.

Bunge, V. Cotler, H. Iura, D. Enriquez, C. 2015. Incorporación del enfoque de cuencas en los ordenamientos ecológicos. En: Burgos, A., Bocco, G., Sosa Ramírez, J. (Coordinadores) (2015), *Dimensiones sociales en el manejo de cuencas*, UNAM/CIGA, 308 pp. Disponible para libre descarga en: www.ciga.unam.mx/publicaciones/
Burgos, A., Bocco, G., Sosa Ramírez, J. (Coordinadores) 2015, *Dimensiones sociales en el manejo de cuencas*, UNAM/CIGA, 308 pp. Disponible para libre descarga en: www.ciga.unam.mx/publicaciones/

CEAMA, CONABIO 2003. Estrategias Estatal sobre Biodiversidad de Morelos. Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Morelos México. 67 p.

CONABIO, UAEM. 2004. La Diversidad Biológica de Morelos, Estudio dl Estado. Contreras, T. J.C. Boyas, y F. Jaramillo (Editores). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 155 p.

Comisión Nacional del Agua. 2002. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Cuernavaca, Estado de Morelos. Gerencia de Aguas Subterráneas Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica. México.

CONAGUA 2010. Disponibilidad de agua subterránea en el acuífero de Cuernavaca, y su proyección al 2030. Organismo de Cuenca Balsas, 2008.

CONAGUA 2011. Disponibilidad de agua subterránea en los acuíferos del Estado de Morelos. Organismo de Cuenca Balsas, abril 2011.

Corona, E. 2010. Los escenarios paleobiológicos para las interacciones entre las sociedades y el medio ambiente de la región de Morelos. En el libro: Historia de Morelos Tierra, gente, tiempos del Sur La arqueología en Morelos, Horacio Crespo, Director. Volumen II. La arqueología en Morelos, Sandra L. López Varela, Coordinadora. Congreso del Estado de Morelos-LI Legislatura / Universidad Autónoma del Estado de Morelos / Ayuntamiento de Cuernavaca / Instituto de Cultura de Morelos, México, 2010.320 pp.

Chávez, C. 2016. El manejo integral de cuencas, herramienta para transitar a un

FAUNAM 2012. Estudio técnico justificativo del área natural protegida El Pantano, municipio de Jiutepec, Morelos. Grupo Mexicano de Ingeniería Ambiental, S.A de C.V. 105 p.

Flores V., O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo. CONABIO y UNAM. 439 pp.

INAH 2000. Oficio del centro INAH Morelos, No. 73/II/00-D096, dirigido al presidente municipal Adolfo Barragán Cena. De fecha de 22 de febrero de 2000.

INAH 2001. Oficio del centro INAH Morelos, No. 73/VIII/01-D545, dirigido al Diputado Jorge Messegueur Guillen. De fecha de agosto de 2001.

INEGI, 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?src=487&e=17> consultado el 10 de Mayo de 2012.

García-Barrios, R. Torres-Gómez, G. Jaramillo, F. 2008. Las Barrancas de Cuernavaca. CRIM-UNAM. 14 p.
http://www.inecc.gob.mx/descargas/dqipea/pon_barranca_cuernavaca.pdf

García-Barrios, R. *et al.* 2015. La necesidad de autonomía de la política ambiental y el Instituto Morelense de Planificación Estratégica Ambiental. En: Perspectivas del Ordenamiento territorial ecológico en América y Europa. Sorani, V. Alquicira M.L. (editores). ISLPEP. pp:17-52.

Gobierno de la Ciudad de Jiutepec. 2012. Boletín 718. <http://www.municipiojiutepec.gob.mx/boletines2012/mayo/13mayo718.htm> consultado el 27 de Junio de 2012.

Gobierno del Estado de Morelos 2017. Cumple Graco Ramírez, será “Los Venados”, el primer Parque Estatal Metropolitano. Lunes 5 de Junio de 2017. <http://morelos.gob.mx/?q=prensa/nota/cumple-graco-ramirez-sera-los-venados-el-primer-parque-estatal-metropolitano>

Guzmán, M.A.A. 2010. Participación comunitaria y prácticas alternativas, hacia el manejo integral de cuencas, el caso de los Altos centrales de Morelos. UAEM, Juventud y Familia, A.C. Plaza y Valdez Editores. 241 p.

López, C.E. y Cano, M.C. 2008. Aportes de la Ecología Histórica a la Cultura Ambiental. Tomado de: Ecología Histórica: *Interacciones Sociedad-Ambiente a Distintas Escalas Socio-Temporales*. Universidad Tecnológica de Pereira-Universidad del Cauca-Sociedad Colombiana de Arqueología. Pereira, Colombia. Compilación y Edición: López, C. E. y G. A. Ospina (Compiladores) 2008. © ISBN: 978-958-722-001-8

López Cataño, 2008. Ecología histórica e historia ambiental herramientas teórico-metodológicas para el estudio de paisajes culturales. Universidad Pereyra, Colombia.

Maldonado Jiménez, D. 2001, *Tlahuicas y Xochimilcas en el Morelos Prehispánico*. México, CRIM-UNAM.

Moreno, D y Poggi, G. 1996. Ecología histórica, caracterización etnobotánica y valorización de productos de la tierra. Agricultura y sociedad 1980-81.(Jul-Dic 1996): pp 169-180.

Pohle, O. 2006. Caracterización física del pueblo de San Antón y áreas Adyacentes, CRIM-UNAM.

Capítulo III.- Análisis histórico, biofísico y funcional de la microcuenca de El Pantano

Polhe, O. 2012. Informe final sobre los estudios: topográfico, hidrológico e hidrogeológico del sitio denominado “El Pantano” o “Joya del Huevo”, Municipio de Jiutepec, Mor. Informe Final. Cuernavaca, Morelos. Grupo Mexicano de Ingeniería Integral, S.A. de C.V. U900h. 118 p.

Polhe, O. 2015. Caracterización y diagnóstico físico de la Microcuenca El Pantano, Jiutepec, Morelos. Fundación Biosfera del Anahuac, A.C. 170 p. + anexos

Rodríguez de Gante J.L. y Lanz León, E.H. 2004. *Constancias antiguas de la fundación del pueblo de Jiutepec. Tierras, señales y linderos*. Impreso en Cuernavaca.

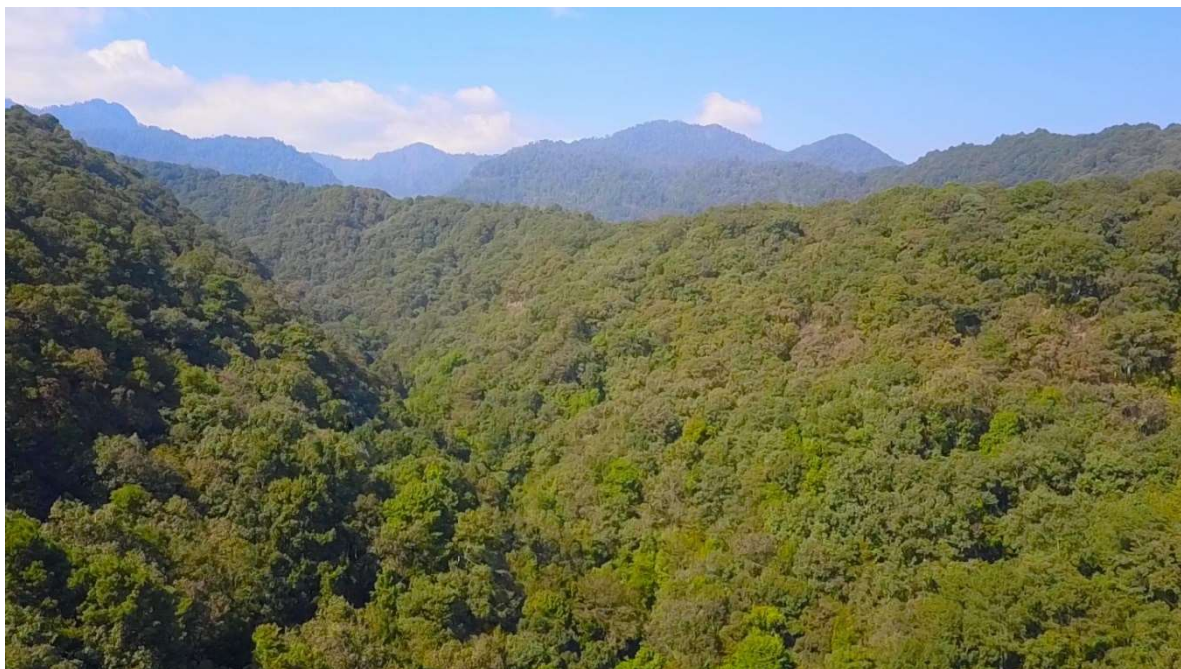
Smith, M. E. 2010. La época Posclásica en Morelos: surgimiento de los tlahuicas y xochimilcas. En el libro: Historia de Morelos Tierra, gente, tiempos del Sur La arqueología en Morelos, Horacio Crespo, Director. Volumen II. La arqueología en Morelos, Sandra L. López Varela, Coordinadora. Congreso del Estado de Morelos-LI Legislatura / Universidad Autónoma del Estado de Morelos / Ayuntamiento de Cuernavaca / Instituto de Cultura de Morelos, México, 2010.320 pp.

UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), 2009. Guía para la Elaboración de Planes de Manejo de Microcuencas. Basada en la sistematización de la experiencia del Proyecto Tacaná, desarrollada en San Marcos, Guatemala.

CAPITULO IV.- ANÁLISIS HISTÓRICO, BIOFÍSICO Y FUNCIONAL DE LA MICROCUENCA DE CHALCHIHUAPAN

RESUMEN

Los enfoques culturales integrados de uso y gestión del agua desde una perspectiva de la ecología histórica y funcional contribuyen a lograr una visión comprehensiva de la gestión integral del agua y el territorio. El estado de Morelos, México posee una herencia cultural e histórica en cuanto al manejo de la tierra, la biodiversidad, el agua y otros recursos naturales. La Microcuenca de la Barranca de Chalchihuapan se localiza en la zona norponiente del Estado de Morelos, es cabecera del río Apatlaco y de la cuenca de los ríos Amacuzac y Balsas, y reviste especial importancia ya que funciona como captadora de lluvia de la zona con mayor precipitación promedio anual en el estado y por lo tanto, contribuye con el abastecimiento de agua potable de un importante número de habitantes que pueblan esta región. Esta microcuenca contrasta con la microcuenca El Pantano (presentada en el Capítulo III), ya que está conectada a varias microcuencas endorreicas adyacentes que la abastecen por flujos subterráneos y constituye la zona de recarga de las cuencas de los ríos antes mencionados. A pesar de que sus aguas son de la mejor calidad en la RNEM, esta es sobreexplotada y contaminada por descargas de aguas residuales agrícolas y urbanas. Otra gran diferencia con El Pantano es que la mayor parte de su superficie se encuentra relativamente bien conservada, y cuenta con diversos instrumentos legales (decretos de ANP, OET) que regulan el uso del suelo, principalmente para conservación de la biodiversidad y los recursos naturales, lo que ha limitado que algunas actividades humanas la impacten negativamente. Sin embargo, en su porción sureste se ha incrementado la expansión urbana que amenaza invadir las áreas conservadas. Este estudio combina análisis sociohistóricos y funcionales de una microcuenca bajo una perspectiva regional para entender la evolución geohidrológica y del uso humano de la tierra, el agua y la biodiversidad. Debido a la incertidumbre que existe en cuanto a la disponibilidad y la calidad del agua superficial y subterránea, por sobreexplotación de los manantiales, el río y el acuífero, se plantea la necesidad de implementar un programa de manejo integral comunitario, que contribuya a integrar los esfuerzos intersectoriales de conservación y uso sostenible de esta microcuenca.



INTRODUCCIÓN

La Microcuenca de la Barranca de Chalchihuapan (MBCh) se ubica en la zona norponiente del Estado de Morelos. Se origina en la vertiente sur de las montañas de Zempoala, donde se estima que la infiltración y el tránsito subterráneo de grandes volúmenes de agua permiten el surgimiento de importantes manantiales y la alimentación del acuífero semi-confinado granular, cuyo aprovechamiento es fundamental para el abastecimiento de una importante población del norponiente del municipio de Cuernavaca. La barranca de Chalchihuapan constituye una de las principales o mayores barrancas que penetran a la zona urbana de Cuernavaca, y por tanto es fundamental para conservar el agua, el paisaje, el microclima y la biodiversidad de la ciudad.

La Barranca de Chalchihuapan corre con orientación norte - suroriente; esta barranca se une a otras barrancas (del Tepeite, San Pedro, Tzompantle, y de Atzingo) que nacen también en las montañas de Zempoala y que en la zona urbana de Cuernavaca se unen para formar los Saltos de San Antón. La microcuenca de Chalchihuapan forma parte de la cabecera de la microcuenca del Río Apatlaco y por tanto de la cabecera de la cuenca del Río Balsas (Figura 1).

En esta barranca se encuentran algunos de los principales manantiales de Cuernavaca como son El Tepeite y el Salto; Esta microcuenca aporta agua superficial y subterránea que permite el abastecimiento de una importante porción de los poblados de Santa María Ahuacatitlan, Tetela del Monte y de colonias del norponiente de Cuernavaca como Rancho Cortés, esta agua contribuye también al desarrollo de diversas actividades productivas, y agropecuarias. A pesar de su importancia, al carecer de un esquema de planificación y manejo, esta microcuenca se encuentra cada vez más amenazada por el cambio de uso de suelo para desarrollo urbano y de actividades agropecuarias, la sobreexplotación del agua superficial y subterránea para usos urbanos y agrícolas, así como por la contaminación por residuos sólidos y de aguas residuales no tratadas, lo que ha provocado el decremento de las actividades productivas y la calidad de vida de los habitantes de la microcuenca.

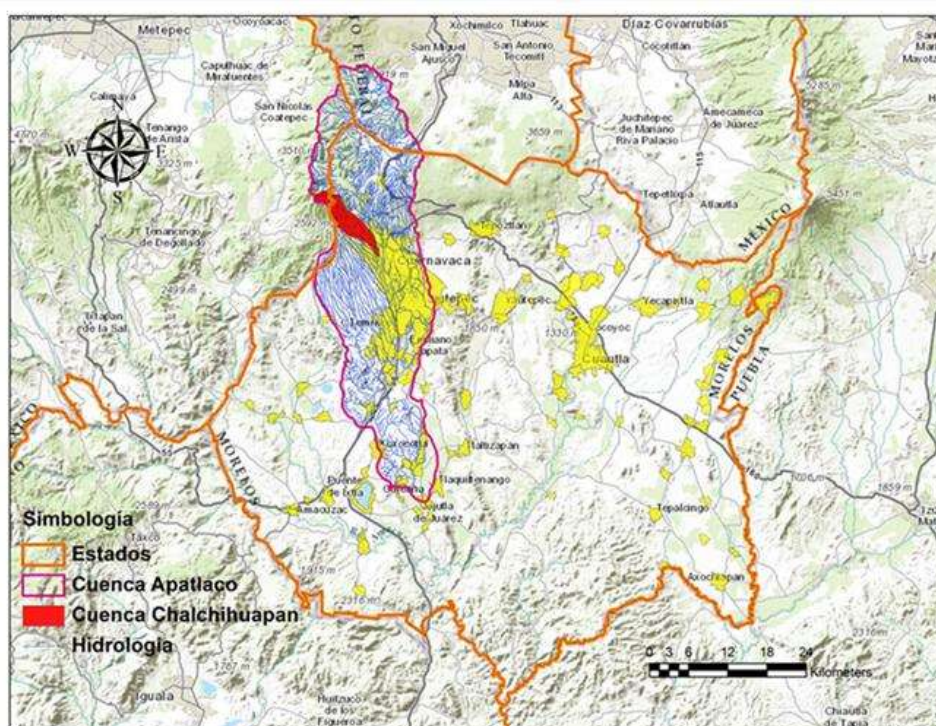


Figura 1.- Ubicación de la microcuenca de Chalchihuapan.
Fuente: CONAGUA CEAGUA 2015

Rodríguez y Guzmán (2014) mencionan que el crecimiento constante de zonas residenciales y fraccionamientos en la zona han colocado en riesgo la disponibilidad de agua para el uso agrícola, y de ahí la necesidad de analizar las interacciones hacia la cooperación de distribución y el acceso a los recursos entre productores y colonos que comparten un espacio de uso común: la Barranca Chalchihuapan.

Es importante destacar que a partir de la década de los ochentas se impulsó la creación de fraccionamientos de lujo y zonas habitacionales populares, dándose un importante proceso de urbanización de la microcuenca, esto se incrementó después de los sismos de 1985, que motivaron a que muchos habitantes de la ciudad de México establecieran sus residencias en Morelos, lo cual se ha continuado dando durante las últimas dos décadas, causando que las barrancas y lomas entre las barrancas tengan una gran transformación de sus ecosistemas naturales. Esto, ha impactado principalmente a la Proción sureste de la MBCh, tanto por deterioro y destrucción de los ecosistemas naturales aledaños al río, como por la degradación de la calidad del agua por el vertimiento de basura y descargas de aguas residuales domesticas directas al cauce del río y la falta de alcantarillado y funcionamiento de las plantas de tratamiento existentes, lo que ha provocado el decremento de las actividades productivas y la calidad de vida de los habitantes de la microcuenca.

El conocimiento que se tiene actualmente de los parámetros geohidrológicos de la barranca es de carácter muy general, como parte de la región del Glacis de Buenavista en el norponiente de Morelos. Es necesario establecer las bases de planificación, gestión y colaboración intersectorial para elaborar y poner en marcha un plan de manejo integrado de la microcuenca, cuyo propósito será guiar el desarrollo de proyectos sustentables, con una sólida base científica, social, económica y una fuerte participación ciudadana y de colaboración intersectorial

Por lo antes expuesto, durante los últimos 15 años se ha venido incrementando el interés de diversas organizaciones de la sociedad civil, académicas y gubernamentales en torno a la urgente necesidad de emprender esfuerzos de colaboración para la conservación, protección, restauración y manejo sustentable de la MBCh, con el propósito de lograr involucrar a los distintos sectores en la planificación, gestión, manejo y aprovechamiento del territorio y del agua de dicha microcuenca.

Se considera que es necesario un análisis detallado e integral de los aspectos biofísicos y socioeconómicos, para sustentar no sólo la importancia ambiental de la MBCh, sino el conocimiento de su funcionamiento hidrológico, que permita lograr generar y gestionar una propuesta de manejo integral de la microcuenca, con especial énfasis en la colaboración intersectorial para la protección y uso sustentable de sus aguas superficiales y subterráneas y de sus ecosistemas. Y lo que se presenta en este capítulo es un primer esfuerzo por integrar dicho análisis.

Es importante destacar que por gestiones de organizaciones de la sociedad civil y académicas se logró que en el ordenamiento ecológico y territorial de Cuernavaca se considerara entre otras a la barranca de Chalchihuapan para el establecimiento de un área natural protegida. Resultado de este esfuerzo la Universidad Autónoma del Estado de Morelos elaboró los estudios técnicos justificativos para la creación de área natural protegida de las Barrancas Urbanas de Cuernavaca. Cabe mencionar que la mayor parte de la MBCh está incluida dentro de áreas naturales protegidas federales y estatales.

En años pasados se desarrollaron ejercicios de participación intersectorial, impulsados por parte de la Fundación Gonzalo Río Arronte y del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, para integrar el Programa de Rescate de la Cuenca del Río Apatlaco y el Plan Integral para el Manejo Sustentable de las Barrancas del Norponiente del Estado de Morelos (IMTA-FGRA 2007, 2012), así como la Estrategia de Conservación del Bosque de Agua (ECOA 2012), y la MBCh se ubica en la parte sur del Bosque de Agua, y resulta una zona que puede servir de referencia y piloto para el desarrollo de dicha Estrategia.

Estos planes y programas fueron tomados como referencia para la elaboración, consenso y puesta en marcha del Programa de manejo de la MBCh y del Plan para el manejo Integral del Sistema de barrancas del norponiente de Morelos (El Colegio de Morelos 2018), cuya síntesis se presenta en el Capítulo V de esta tesis. Para lo cual se hizo una revisión de los logros, carencias y omisiones de los planes previos, y se definieron los mecanismos de colaboración interinstitucional e intersectorial para lograr la puesta en práctica y observancia de este plan y programa de manejo, que fueron una de las principales causas por las que los planes y programas previos no se llevaron a la práctica.

ECOLOGÍA HISTÓRICA DE LA MICROCUENCA CHALCHIHUAPAN

De los resultados de la revisión bibliográfica, documental, cartográfica, y de las entrevistas que se realizaron y aplicaron principalmente a dueños y poseedores de la tierra, y viejos habitantes de esta región, con referencia al uso del agua, la biodiversidad y el territorio de la zona donde se ubica la MBCh, se hizo un primer esbozo de sus acontecimientos históricos y su relación con el ambiente (Cuadro 1). Históricamente el espacio físico que ocupa la Microcuenca y sus alrededores ha tenido cuatro épocas:

1.- Durante el México Prehispánico, la mayor parte de la microcuenca y sus alrededores fue usada por los diferentes grupos humanos y culturas que habitaron en la región, para abastecimiento de agua, plantas y animales para diversos usos. En la parte sur de la microcuenca se establecieron asentamientos humanos, de los cuales se han encontrado vestigios de cerámica y hay algunos montículos construidos por grupos humanos, que se ubican por la actual calle de Cerritos, en Rancho Cortes, los cuales se atribuyen a la cultura Olmeca (Aguilar Benítez 1998, Corona 2010).

2.- Durante los siglos del México independiente y hasta antes de la revolución el área de la microcuenca estuvo prácticamente deshabitada, en su mayor parte eran tierras de monte, cubiertas por bosques que se dedicaban al aprovechamiento de leña, carbón, y de flora y fauna silvestre, con algunos pequeños ranchos en las vegas de los arroyos, que se dedicaban a la producción principalmente de árboles frutales y ganadería en baja escala, esto por parte de los pueblos históricos de Santa María Ahuacatitlan, Tetela del Monte y Tlaltenango.

3.- Después de la revolución, con el reparto de tierras se crean los ejidos y comunidades de dichos pueblos. Sin embargo, la mayor parte de las tierras permanecieron deshabitadas, y no es sino hasta la década de los 50s del siglo XX, que se empiezan a establecer casas de fin de semana y pequeños hoteles, en la porción suroriente de la microcuenca (en Tlaltenango y Rancho Cortés), y ya para la década de los 70s, y principalmente de los 80s, se incrementó la población y las casas de fin de semana. Para la década de los 90s, el crecimiento poblacional del pueblo de Santa María y de Tétela del Monte empieza a establecer asentamientos dentro de la porción media y sur de la microcuenca, los cuales se han venido incrementando a partir del año 2000. Sin embargo, la porción media, norte y norponiente de la microcuenca se han mantenido sin invasión de asentamientos humanos y con sus ecosistemas originales de bosques de coníferas, de encinos, mesófilos de montaña y riparios; esto , debido principalmente a lo accidentado de su topografía, y a la ausencia de vías de acceso, así como a que desde los años 30s del siglo XX se han venido estableciendo diversas áreas naturales protegidas federales, estatales, y recientemente municipales, aunado a que los programas ordenamientos ecológicos territoriales local y regional establecen esta zona en su mayor parte como de protección y conservación (Periódico Oficial Tierra y Libertad 2009, 2014).

El agua superficial y subterránea de esta microcuenca es de las que tiene mejor calidad en Cuernavaca y en el norponiente de Morelos, y se aprovecha principalmente para agua potable y para agricultura de viveros de plantas ornamentales (CONAGUA 2014, 2015; CONAGUA-CEAGUA 2015; IPN-ENCB 2014).

Cuadro 1.- Resumen de los principales acontecimientos relacionados con la historia ambiental de la microcuenca de Chalchihuapan

AÑOS	ETAPA	ACONTECIMIENTOS	AGUA	BIODIVERSIDAD	TERRITORIO
<1521	Prehispánica	Cultura Olmeca habito la parte sur de la microcuenca En el siglo XI Se funda Huitzilac por los Mexicas (Huitzizil), y Atzingo por los Tlahuicas; que son sojuzgados por los Mexicas en el siglo XV	Uso de ríos y manantiales para abastecimiento de agua a la población, y agricultura en las vegas de los ríos	Riqueza de ecosistemas de bosques y ríos bien conservados, aprovechamiento de vida silvestre	Cultura Olmeca (1000 -100 a.C) Delimitado por los señoríos de Huitzilac, Ahuacatitlan, Atzingo, y Tlaltenango, que pasaron a ser Tributarios de los Mexicas a partir de 1425
1521 1820	Colonial	Títulos primordiales a San Juan Atzingo, Marquesado del Valle, funda hacienda Tlaltenango	Agua de manantiales y ríos para usos agrícolas y de producción de ingenios azucareros sur de microcuenca	Ecosistemas de bosques y ríos bien conservados, aprovechamiento de vida silvestre (alimento, madera, leña, carbón, etc.)	Delimitación del marquesado del valle, y de pueblos de Santa María y Tetela del Monte
1820 1910	Independentista	Se mantienen y consolidan las haciendas, y explotación de jornaleros agrícolas	Se mantiene la cantidad y calidad de agua	Ecosistemas con mayor uso por aprovechamiento de vida silvestre (alimento, madera, leña, carbón)	Delimitación de haciendas
1910 1920	Revolucionaria	Los Generales de la O y Pacheco forman parte del ejercito libertador del Sur en Santa María Ahuacatitlan y Huitzilac, y gestión de reparto de tierras a los pueblos originales	Se mantiene la calidad y cantidad de agua	Ecosistemas con mayor uso por aprovechamiento de vida silvestre (alimento, madera, leña, carbón)	Desaparición de haciendas, establecimiento de pequeños huertos y áreas agrícolas
1920 1960	Postrevolucionaria	Formación de Comunidades y Ejidos de Santa María Ahuacatitlan, Huitzilac, Tetela del Monte, Ocuilan. Se inicia poblamiento de microcuenca con algunos ranchos, hoteles y casas de campo	Uso de agua manantial Tepeite para abasto del Pueblo de Santa María, y de manantial del Salto para Tétela del Monte	Se establecen y modifican los límites de los Parques Nacionales Ajusco y Lagunas de Zempoala, y Zona protectora forestal de Cuernavaca	Dotación y delimitación de ejidos, comunidades y pequeñas propiedades, y límites municipales. establecimiento de pequeños huertos y áreas agrícolas
1960 2000	Contemporánea	Reconocimiento de la Comunidad Agraria de San Juan Atzingo, urbanización por fraccionamientos de Rancho Cortés, Tlaltenango, Tétela del Monte. Inician movimientos de sociedad civil por el rescate del río Apatlaco. Población se incrementa a 8000 habitantes	Uso de agua de manantiales y río para riego plantas ornamentales Tétela, criaderos de truchas, agua potable se obtiene del acuífero, drenajes descargan en río	Incremento de área urbana en detrimento de ecosistemas forestales de porción sureste de la microcuenca, establecimiento del ANP Corredor Biológico Chichinautzin, y de la Reserva Estatal Otomí-Mexica	Lotificación y venta de tierras comunales, ejidales y pequeñas propiedades para establecimiento de fraccionamientos y urbanizaciones populares,
>2000	Actual	Creación y funcionamiento del COET de Cuernavaca, Creación de ANP de Barrancas urbanas de Cuernavaca. Se inician movimientos de OSC por saneamiento del río y manejo de la microcuenca, conflictos internos en Tétela del Monte por venta de tierras forestales. Población alcanza 12,647 habitantes.	Ampliación de redes de agua potable, drenajes descargan río, y fosas sépticas al subsuelo y acuífero. Construcción de algunas PTAR. Incremento aprovechamiento de agua de manantiales y río	Expansión y re densificación de áreas urbanas, y desplazamiento hacia áreas forestales del suroriente de la microcuenca. Deterioro ecosistemas riparios en sur microcuenca	Elaboración y establecimiento de POET de Cuernavaca y Huitzilac. ETJ de ANP Barrancas. Programas de manejo microcuenca de Apatlaco y de Barrancas Norponiente de Morelos. Esfuerzos de OSC y Academia por protección de barrancas

Con base en análisis de la historia ambiental de la microcuenca, se considera probable que por sus características topográficas y la existencia de diversos instrumentos (decretos de áreas naturales protegidas, programas ordenamientos ecológicos territoriales) e instancias de gestión ambiental (Comités de OET, instancias de manejo de áreas naturales protegidas, de barrancas por organizaciones de la sociedad civil y la academia), las porciones norte y centro de la microcuenca aún permiten conservar gran parte de sus ecosistemas para que puedan seguir proveyendo servicios ambientales (mantenimiento del microclima, agua en cantidad y calidad, etc.). Sin embargo, la porción suroriente de la microcuenca ha alcanzado niveles de incremento poblacional y de fomento a los desarrollos habitacionales muy preocupantes. Se estima que de continuar esta tendencia en las próximas dos décadas se habrán perdido los relictos de ecosistemas naturales y la mayor parte de las especies de flora y fauna silvestre nativa en esta zona. Asimismo, con la pérdida de ecosistemas aumentará el riesgo de disminución en la disponibilidad y la calidad del agua superficial y subterránea, por sobreexplotación de los manantiales, el río y el acuífero, e incremento de la contaminación del agua superficial y subterránea. Debido a los diferentes movimientos, preocupación y acciones tanto desde la sociedad como los centros universitarios y otras instituciones no gubernamentales, creemos que una opción para detener y revertir esta tendencia de deterioro ambiental es la elaboración, acuerdo, gestión y aplicación de un Programa de manejo integral comunitario de la MBCh.

Es destacable que en los últimos años ha habido un incremento de la conciencia, participación y organización ciudadana, de la academia, y de algunas instancias gubernamentales, en la gestión por la protección del ambiente, y en especial del agua en la microcuenca, y que empiezan a ser atendidas por las autoridades competentes en materia de agua con proyectos y acciones concretas, para elaborar diagnósticos y financiar proyectos para el saneamiento de aguas residuales y de uso del agua para riego agrícola. Sin embargo, hasta el momento se carece de un instrumento legal y práctico para la planificación y gestión de la microcuenca, por lo que el contar con un Programa de manejo integral puede contribuir a tener una visión y estrategia integradora de esfuerzos intersectoriales de conservación y uso sustentable de la microcuenca.

CARACTERIZACIÓN FÍSICA

La información de la cancerización física de la microcuenca de la barranca de Chalchihuapan es una síntesis del trabajo elaborado por Pohle (2017), con quien el autor de esta tesis colaboró para el desarrollo de los trabajos de campo.

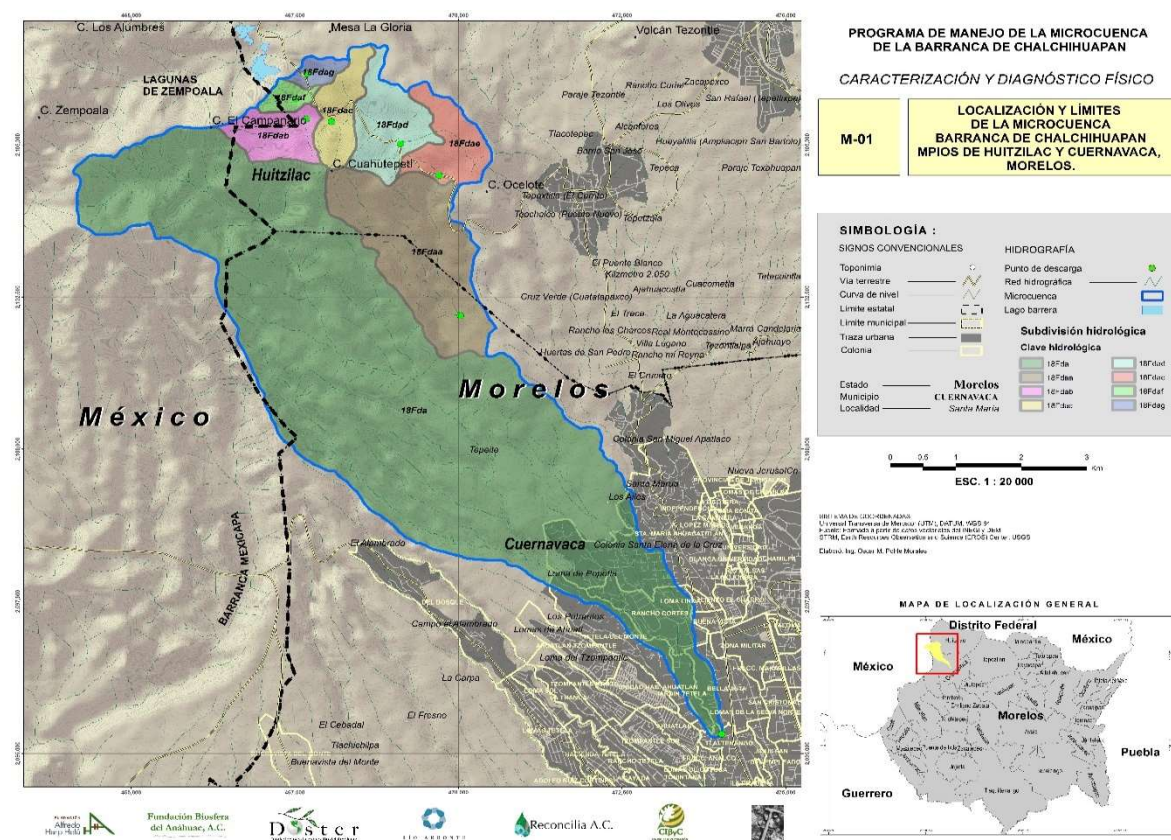
Localización.- La Microcuenca de Chalchihuapan (del Nahuatl: lugar donde abundan las piedras preciosas), tiene su cabecera en la vertiente Sur de la Sierra de Zempoala, y se encuentra delimitada por la aserrada arista que une a los cerros de El Campanario y Cuahutépetl; prolongándose al oriente, sobre el lóbulo frontal de la Mesa La Gloria, en las cercanías de Huitzilac; al Poniente, por el vértice orográfico a partir del cual se extiende el Glacis de Buenavista - en cuya superficie se desarrollan decenas de barrancas (250) que en conjunto acumulan un poco más de 800 km de longitud (Pohle 2003) -; al Sur - Suroeste, con el parteaguas que le separa de las barrancas de Ahuatlán, Tzompantle, El Tecolote y su confluencia con la barranca de San Pedro; y al Oriente, con la divisoria de la barranca de San Pedro que va haciéndose cada vez más difusa, conforme se interna en la Sierra del Chichinautzin. Sus límites geográficos se encuentran delimitados por los paralelos 19° 2.01' y 18° 57.01' de latitud Norte y los meridianos 99° 20.45' y 99° 14.80' de longitud Oeste.

Su territorio comprende una pequeña parte del municipio de Ocuilan, Estado de México, y parte de los municipios de Huitzilac y Cuernavaca en el estado de Morelos. Dentro del municipio de Cuernavaca, abarca la porción occidental del pueblo de Santa María Ahuacatitlan, casi la totalidad de la colonia Rancho Cortés, una angosta franja de la colonia Tetela del Monte,

la mayor parte de la colonia Jardín Tetela, la porción occidental de la colonia Bellavista y una pequeña fracción situada en la zona norte del pueblo de Tlaltenango. En el extremo occidental del municipio de Huitzilac, una parte de la cabecera de la microcuenca ocupa los cerros de Cuahutépétl y Cuahutépétl Chico, así como casi la totalidad de la Mesa La Gloria hasta las faldas del cerro El Ocelote, cercano a la cabecera municipal. Finalmente, el extremo noroeste de la microcuenca sigue el borde montañoso que separa a la microcuenca de la laguna de Zempoala y la microcuenca del río Tembembe, ya dentro del municipio de Ocuilán, Estado de México.

Es importante señalar que la extensión y límites considerados en el presente trabajo, corresponden con el concepto de cuenca hidrológica, el cual no necesariamente coincide con los límites de la divisoria hidrográfica, según se puede observar en la *Figura 2*, de la cual cabe destacar que hay 7 microcuencas endorreicas que constituyen una zona de recarga neta del acuífero; y que por consiguiente, se han integrado a la microcuenca en estudio.

Figura 2. Localización, límites y subdivisión hidrológica de la microcuenca de Chalchihuapan (Pohle 2017)



Clima

Debido a sus características orográficas y extensión (*Figura 3*), esta subunidad hidrológica muestra tres subgrupos climáticos:

- 1) C(E)(m)(w): Templado, Semifrío, con abundantes lluvias en verano, lluvias invernales < 5%, precipitación del mes más seco < 40 mm, temperatura media anual entre 5 y 12° C. Este subgrupo climático se presenta a partir de los 2, 900 m.s.n.m.

- 2) $C(w_2)(w)$: Templado, subhúmedo, el más húmedo de los subhúmedos, con lluvias en verano, lluvias invernales < 5% , precipitación del mes más seco < 40 mm y temperatura media anual entre 12 y 18° C. Subgrupo climático situado entre los 1, 800 y 2, 900 m.s.n.m.
- 3) $A(C)w_1(w)$: Cálido, Semicálido, subhúmedo de humedad media, con lluvias en verano, lluvias invernales < 5%, precipitación del mes más seco < 40 mm y temperatura media anual > 18° C. Subgrupo climático presente bajo la cota 1, 800 m.s.n.m.

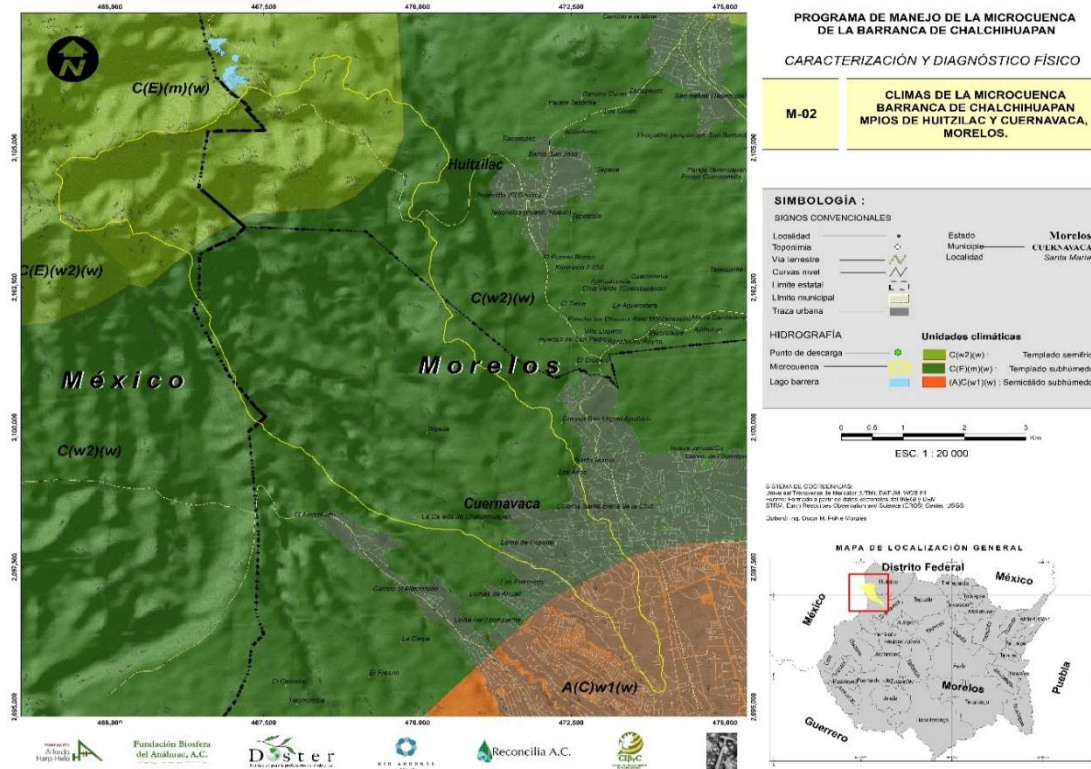


Figura 3.- Climas de la microcuenca de Chalchihuapan (Pohle 2017)

Edafología

Siguiendo criterios morfogenéticos, puntos de verificación en campo y la clasificación utilizada por el INEGI, se determinaron 5 grupos y 8 unidades de suelos según se muestra en el Cuadro 2 y cuya distribución se ilustra en las Figuras 4 y 5.

Cuadro 2. Grupos de suelos presentes en la microcuenca (Pohle 2017)

RESUMEN DE CLASES DE SUELOS EN LA MICROCUENCA BARRANCA DE CHALCHIHUAPAN				
Clase	Superficie (ha)	Textura	Fase Física	%
Acrisol húmico+Andosol húmico+Litosol	388.6851	Media		10%
Andosol húmico+Cambisol dístico	728.9420	Media	Lítica	20%
Andosol húmico+Litosol	180.9830	Media	Pedregosa	5%
Andosol mólico+Andosol húmico+Litosol	1,946.1867	Media	Lítica	52%
Fluvisol dístico	34.0476	Gruesa	Lítica profunda	1%
Fluvisol eútrico+Vertisol pélico	22.1788	Gruesa	Lítica	1%
Gleysol mólico+Vertisol pélico	19.8478	Fina		1%
Litosol+Andosol húmico	413.1290	Media	Lítica	11%
Superficie total:	3,734.00			100%

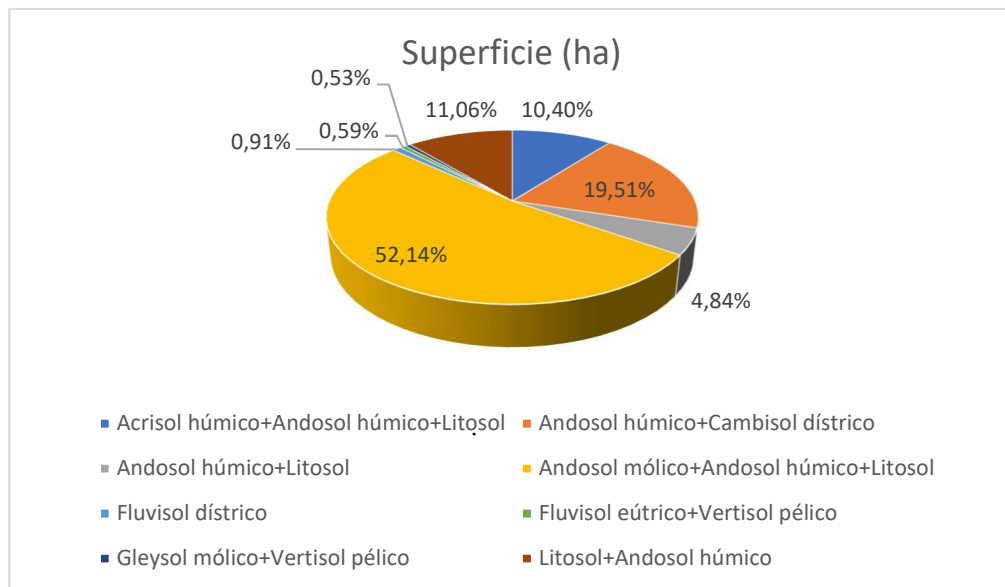


Figura 4. Distribución porcentual de suelos en la microcuenca Barranca de Chalchihuapan (Pohle 2017)

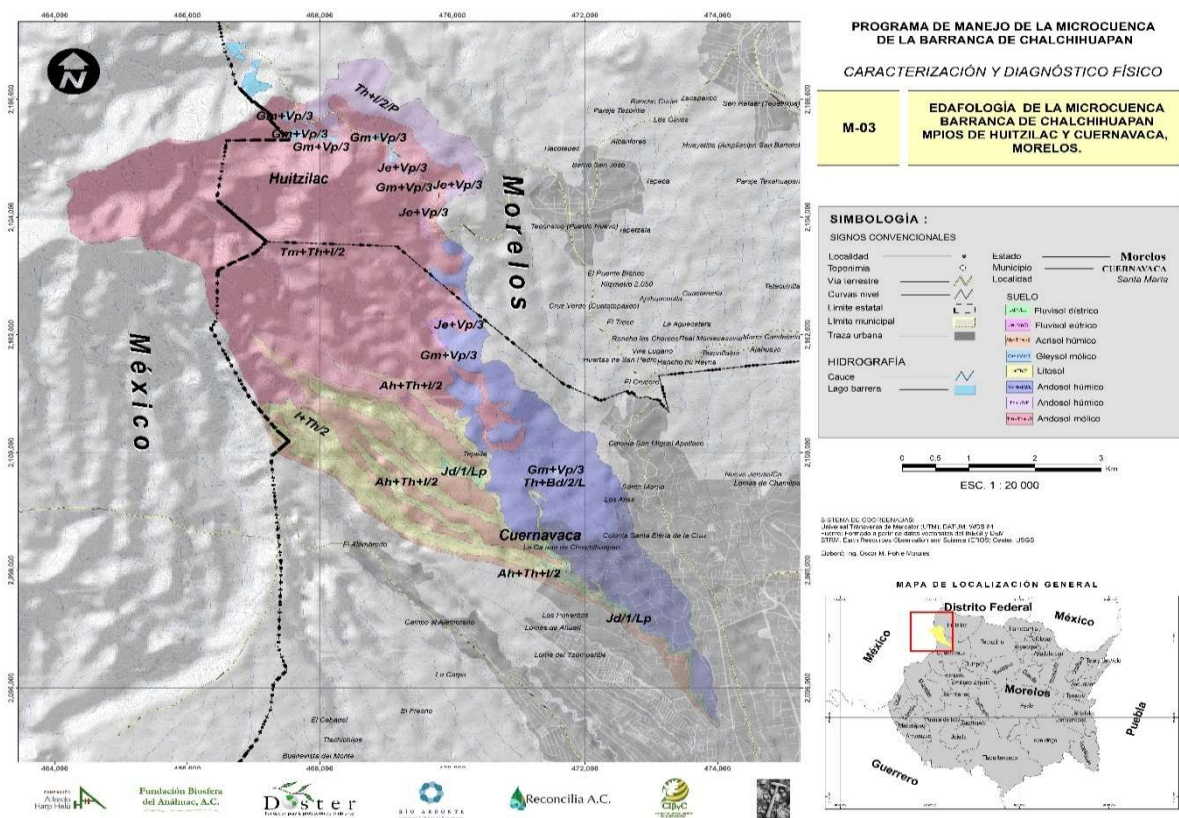


Figura 5. Carta edafológica de la microcuenca de la Barranca de Chalchihuapan (Pohle 2017)

Fisiografía

La MBCh pertenece a la Subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac, la cual forma parte de la Provincia Fisiográfica denominada Eje Neovolcánico (INEGI). La MBCh, ésta se inserta íntegramente en dicha Subprovincia, dentro del Campo Volcánico de la Sierra de Chichinautzin, situado entre los paralelos 18° 57'0.88" y 19° 02'28.68" de latitud Norte; y los meridianos 99° 20.4'4.46" y 99° 14'48.49" de longitud, al Oeste del Meridiano de Greenwich. El Campo Volcánico cubre una extensión aproximada de 2, 500 km², formando una sierra alargada en sentido E-W que se extiende entre los volcanes Popocatepetl y Nevado de Toluca (Figura 6). El Campo Volcánico cuenta con una de las mayores concentraciones de vulcanismo monogenético, incluyendo al menos 220 conos cineríticos y volcanes escudo (Bloomfield 1975; Martín del Pozzo 1982).

Por las razones antes expuestas, en la MBCh predomina un relieve volcánico con grandes variaciones altitudinales, que van de los 3,300 msnm en la cima del cerro Cuahutepetl, a los 1, 660 msnm en la confluencia del río Chalchihuapan con la barranca de San Pedro; es decir, presenta un desnivel de 1, 640 metros en 12 km de longitud, lo cual es determinante en la vocación y uso sustentable de su territorio.

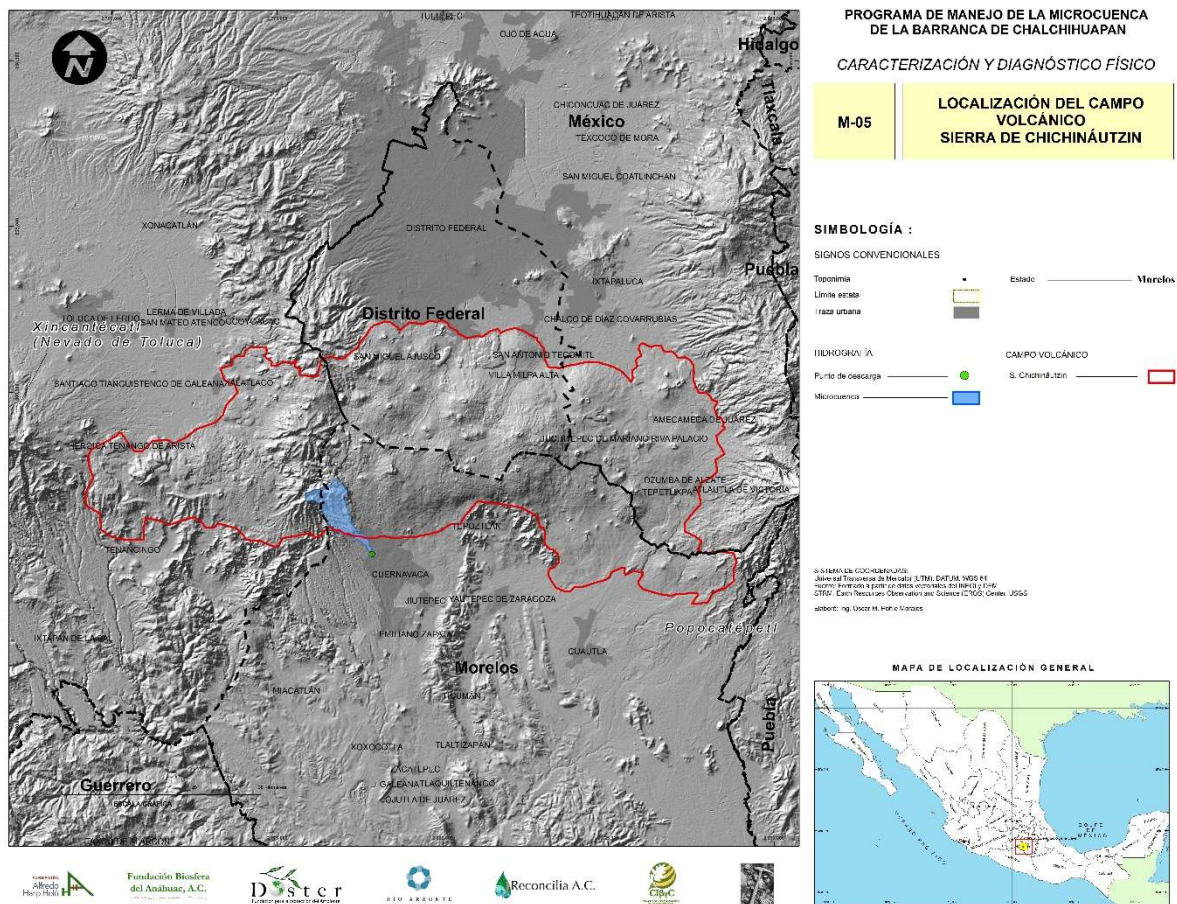


Figura 6. Localización del Campo Volcánico Chichinautzin, ubicado dentro de la Provincia Geológica Faja Volcánica Transmexicana. A partir de modelo digital de elevación (Pohle 2017)

Geología

Evolución geológica regional. - A partir de múltiples evidencias geofísicas, el origen de la Faja Volcánica Transmexicana y formación de magmas a lo largo y ancho de la misma se atribuye a la introducción o subducción de las placas oceánicas de Rivera y Cocos hacia el manto por debajo del continente.

Por otra parte, derivado de estudios paleomagnéticos e isotópicos relativamente recientes, se ha demostrado que la mayor parte de las emisiones volcánicas del Campo Volcánico de la Sierra del Chichinautzin tienen edades menores que 0.78 Ma (Bloomfield 1973, Mooser *et al.* 1974; Herrero y Pal 1978; Siebe *et al.* 2004a). Aun cuando no existen registros de erupciones históricas en la región, se tiene la evidencia de la destrucción del asentamiento prehispánico de Cuicuilco, localizado al Sur de la Ciudad de México, en una erupción ocurrida hace 2, 000 o 1, 670 años (Siebe 2000).

De la información isotópica referida (Bloomfield y Valastro 1974; Mora-Álvarez *et al.* 1991; Nixon 1987, 1988; Macías 2005), se ha demostrado que la actividad volcánica que originó la Sierra de las Cruces y Zempoala, así como la del Iztaccíhuatl, antecedió a la observada en el Campo Volcánico de la Sierra del Chichinautzin. A partir de dicha información, se elaboró el mapa geocronológico mostrado en la Figura 7, en la cual se ha establecido la sucesión cronoestratigráfica descrita más adelante identificada por su numeración entre paréntesis. Hay

que destacar que, como consecuencia de la actividad volcánica más reciente, se tiene una serie de vasos intermontanos o lagos de barrera, conocidos como Lagunas de Zaempoala, donde se han acumulado sedimentos de tipo lacustre. Y que en la MBCh, se localizan siete vasos o microcuencas endorreicas, entre ellos el paraje de Atexcapa, que es el más conocido.

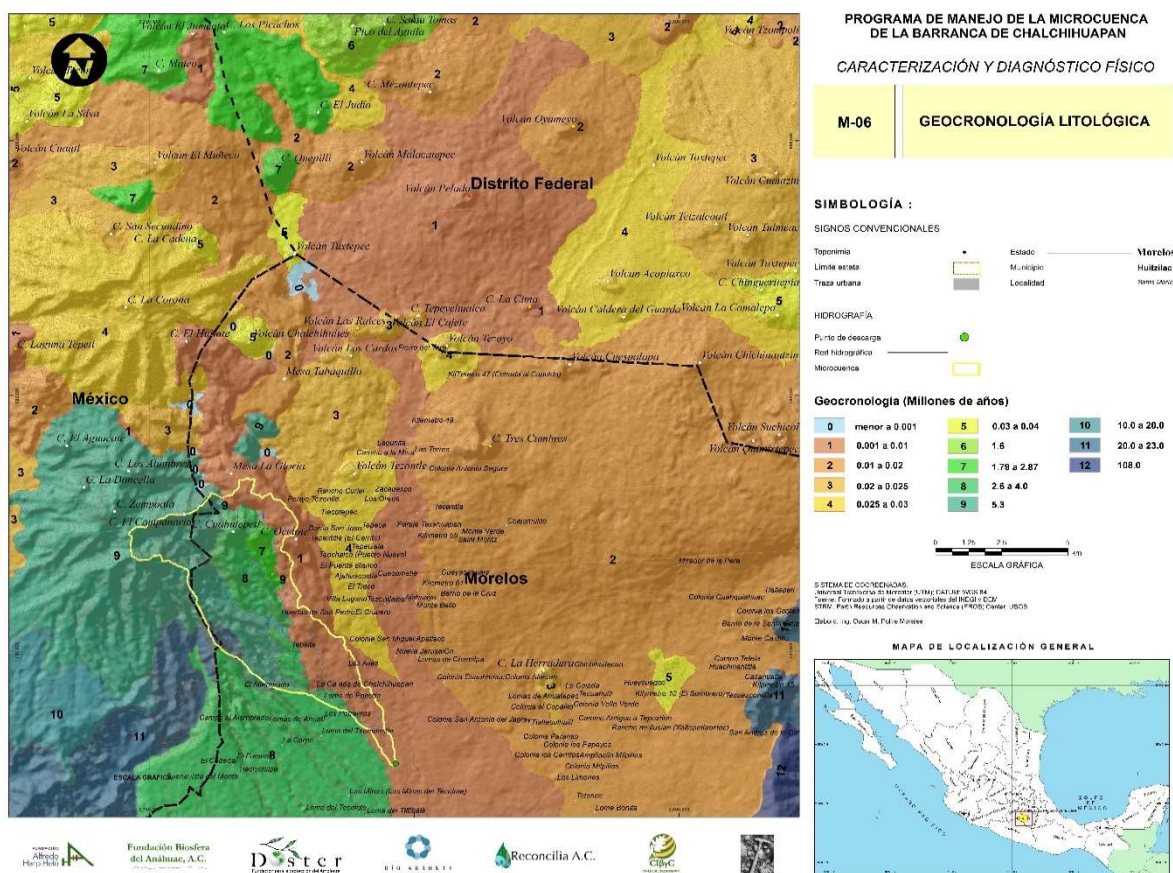


Figura 7. Mapa geocronológico regional, elaborado a partir de datos isotópicos, estratigráficos e interpretación morfológica – estructural (Pohle 2017).

Estratigrafía

Según los registros geológicos obtenidos durante diversos recorridos realizados en el área de la microcuenca y zonas adyacentes - efectuados a finales del año 2014, principios de 2015; y de enero a marzo de 2017-, se han identificado cinco unidades geológicas, siendo la Formación Tepoztlán la más antigua encontrada en la región; y por lo tanto, el basamento sobre el que descansan las demás formaciones. Dicha unidad aflora en una pequeña franja situada en el límite centro – occidental de la subunidad hidrológica en estudio, precisamente en el vértice del Glacis de Buenavista. Le sobreyacen rocas volcánicas andesíticas de la Formación Zempoala, la cual ocupa un área extensa en la zona montañosa que es la cabecera de la microcuenca, donde se localizan las mayores elevaciones de esta formación.

Cubriendo a las unidades anteriores, se tiene la Formación Cuernavaca (Glacis), la cual deriva en su mayor parte de la erosión de las unidades anteriores, por lo que muestra una amplia variedad sedimentológica consistente en depósitos de tipo lahar, abanico aluvial, depósitos volcano-sedimentarios (tobas y piroclastos) y aún depósitos periglaciares. Esta formación se localiza en la parte central y el borde sur de la microcuenca en estudio. Cubriendo a las unidades ya mencionadas y ocupando una franja de forma triangular que se proyecta de norte a sureste, en el límite oriental de la microcuenca, se encuentran expuestas coladas de lava, domos y flujos piroclásticos del Grupo Chichinautzin; cuya composición comprende andesita basáltica y basalto vesicular intensamente fracturados.

Finalmente, sobreyaciendo a todas las unidades descritas, se encuentran depósitos recientes, formados por materiales eluviales o de talud; depósitos aluviales y fluvio-lacustres, generados por la acción y sedimentación de flujos superficiales; y fluviales, derivados del arranque mecánico y transporte de las corrientes que fluyen de forma permanente por los cauces principales.

Cabe hacer notar que el cauce principal o eje de la barranca de Chalchihuapan se desarrolla en la frontera o contacto geológico que separa a las formaciones Cuernavaca y Chichinautzin, lo cual se hace aún más evidente por la diferenciación erosional que existe entre ambas unidades, siendo la roca volcánica mucho más resistente que las capas formadas por conglomerados, brechas, arenas, limos de la Formación Cuernavaca. Por esta razón, a lo largo de dicho contacto - que se desarrolla desde la parte media de la microcuenca hasta el pueblo de San Antón -, se tiene una serie de bellas cascadas, cuya caída va desde los 70 metros (Salto de San Antón), a varios metros de altura; como es el caso de las cascadas de Salto Chico, Tlaltenango, Tetela (casa blanca), Agua Azul (paseo rivereño), Los Reyes; y más al norte, ya fuera de la zona urbana, las cascadas de El Salto y Quetzalcóatl, ubicadas en las barrancas de El Salto y Chalchihuapan, respectivamente; las cuales actualmente sólo escurren durante la temporada de lluvias.

Otra característica muy importante desde el punto de vista hidrogeológico, consiste en que la heterogeneidad de la Formación Cuernavaca, particularmente su facies Glacis de Buenavista, constituye un acuitardo en comparación con las rocas volcánicas suprayacentes altamente permeables del Grupo Chichinautzin; por lo que precisamente en dicho contacto es donde se manifiesta la surgencia de manantiales de ladera y de fondo, que descargan parte del acuífero libre de Cuernavaca; lo cual puede constatarse en los manantiales más importantes localizados en la región, tales como: La India (Atzingo), El Salto y El Tepeite (Chalchihuapan), El Túnel (Amanalco), Lavaderos de Tezontepec y La Selva (prácticamente desaparecidos), Gualupita (también en disminución) y el todavía abundante manantial de Chapultepec.

En las Figura 8 y 9 se presentan la carta geológica, así como tres secciones transversales de la MBCh. En dichas ilustraciones, se puede observar la distribución y estructura de las diferentes formaciones geológicas descritas y los puntos de verificación realizados en campo. Su elaboración fue complementada con la interpretación de imágenes satelitales y análisis geomorfológico del terreno.

Figura 8. Secciones geológicas transversales de la microcuenca Chalchihuapan

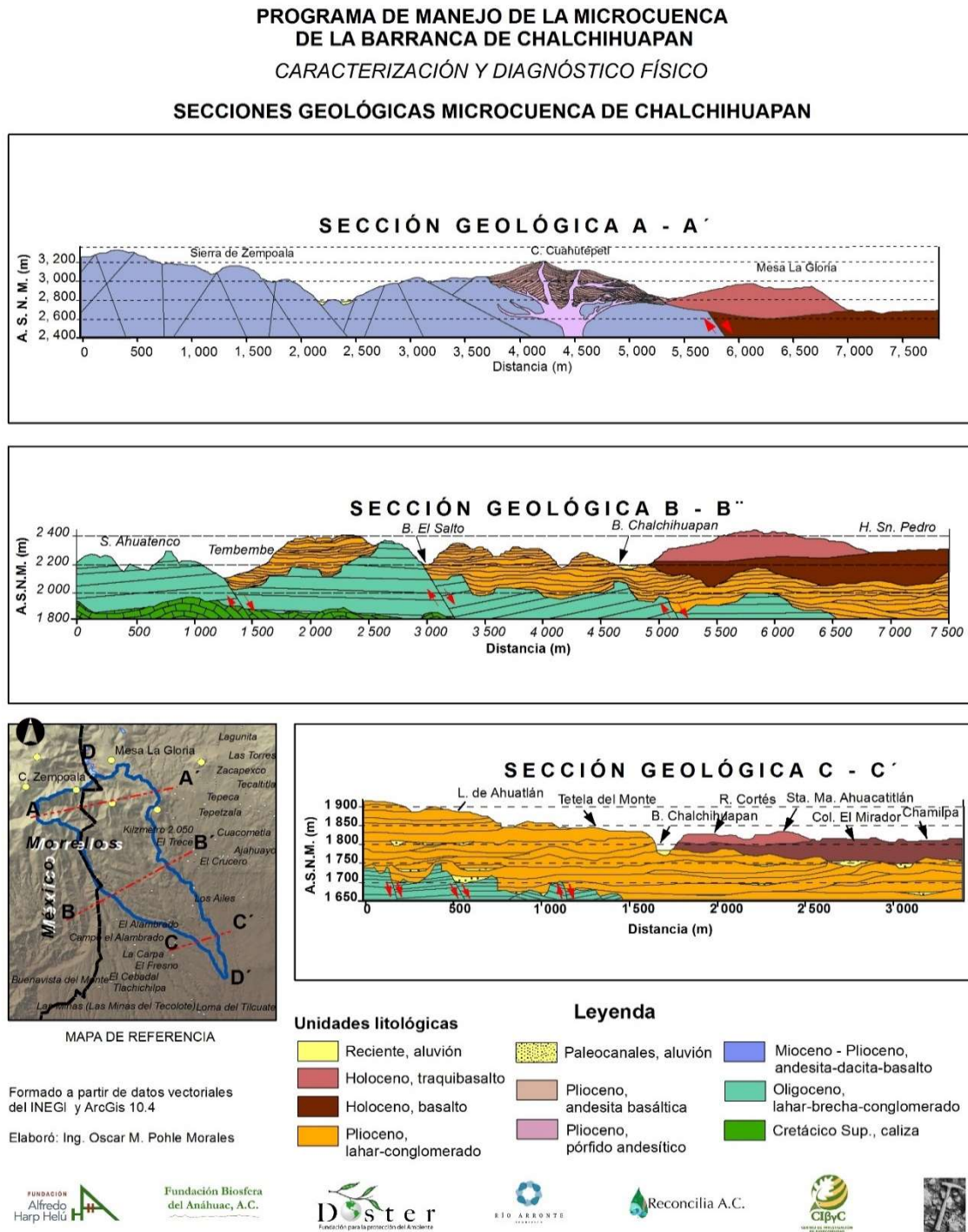


Figura 8.- Secciones transversales de la MBCh (Pohle 2017)

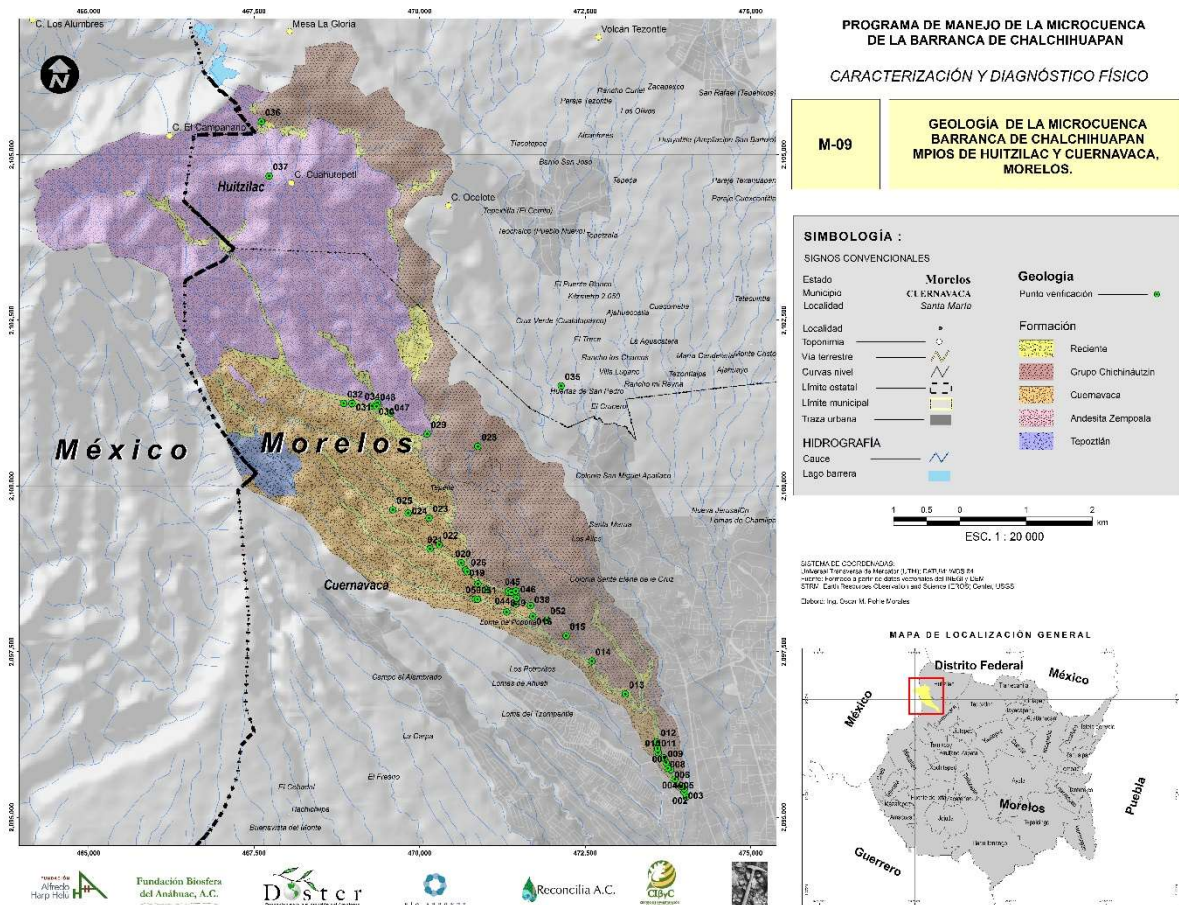


Figura 9. Carta geológica de la microcuenca Barranca de Chalchihuapan (Pohle 2016)

CARACTERIZACIÓN DE RECURSOS BIÓTICOS E IMPACTOS A LA BIODIVERSIDAD

Se realizaron recorridos de prospección a lo largo de la barranca de Chalchihuapan, cuyo objetivo principal fue la caracterización biótica y de impacto ambiental actual en la barranca, de ubicación y registro descargas de aguas residuales y de infraestructura de casas habitación, drenajes y de otro tipo. Se realizaron recorridos desde la confluencia de la barranca de Cahchihuapan con la de San Pedro, a la altura de la Calzada de los Reyes, a 200 metros al oeste de la Glorieta de Tlaltenango (474,042E, 2'095,272N, 1,678 MSNM), y de ahí hacia el norte a la parte alta de la barranca.

Durante los recorridos se fueron registrando los tipos de vegetación riparia y la de las laderas de las barrancas, como resultado de dichos recorridos se puede afirmar que a lo largo del cauce del río de la barranca de Chalchihuapan, en la porción que se ubica en el área urbana de Cuernavaca, aún conserva una importante abundancia de árboles de ahuehuete (*Taxodium mucronatum*), que es uno de los árboles más conspicuos y de mayor importancia para conservación de la vegetación riparia, con una densidad de árboles de 14 ahuehuetes por cada 100 metros de cauce del río, o 1.4 ahuehuetes por cada 10 metros. La mayoría de estos árboles tiene en promedio un metro de diámetro a la altura del pecho, y unos 15 metros de altura, observándose en menor proporción arboles pequeños o juveniles (un 10% de los ejemplares observados), y extraordinariamente algunos ejemplares de grandes dimensiones de más de tres metros de diámetro a la altura del pecho (DAP). Incluso se observaron algunos pequeños ahuehuetes que fueron plantados sobre la margen del Río.

Entre los principales impactos negativos a la biodiversidad que lograron observarse a lo largo de estos recorridos cabe destacar los siguientes: la introducción de especies de árboles exóticos considerados como plagas o especies invasoras (IMTA, TNC, CONABIO 2008), tales como casuarinas, eucaliptos, etc. Esto se observó en la mayor parte de los predios urbanos aledaños a la barranca, por lo que es importante evaluar la pertinencia de su remoción para sustituirlas por especies de árboles nativas, que contribuyan a la mejora del hábitat de la vida silvestre y sean aptas para jardines y para la mejora del paisaje, tales como amates, ceibas, burseras, clavellinos, ciruelos, etc.

Es importante mencionar que en el área urbana de la barranca existen dos zonas donde la vegetación se observa relativamente más conservada, la principal se ubica al lado oriente de los Viveros de Tétela del Monte, en donde por la pendiente de las laderas se ha conservado vegetación de Bosque Mesófilo de Montaña y Bosque Ripario principalmente de ahuehuetes y amates. La otra porción se localiza desde 500 metros al norte de la unión de las barrancas de San Pedro y Chalchihuapan, hasta unos 500 metros arriba de la Cascada, en la que hay una combinación de especies exóticas y nativas (amates en las laderas) y bosque ripario de ahuehuetes, amates y sauces en el cauce del río.

En las barrancas de Cuernavaca se encuentran registradas 704 especies de fauna, de las cuales hay 292 especies de mariposas, 263 especies de aves, 9 especies de anfibios, 1 pez endémico, 69 especies de reptiles, y 70 especies de mamíferos (Jaramillo 2010).

De los recorridos y muestreos en diferentes partes de la barranca de Chalchihuapan para caracterizar los tipos y perfiles de vegetación presentes, se encontró que a lo largo del cauce del río el tipo de vegetación presente es el bosque en galería o bosque ripario, dominado por árboles de Ahuehuete, y en menor proporción se observan sauces, amates y cazahuates. Por su parte en las laderas de la barranca se presentan tres tipos de vegetación: por abajo de los 1700 msnm se presentan especies de selva baja caducifolia amates (*Ficus mexicana*), cazahuates (*Ipomea sp*), ceibas (*Ceiba sp*), cuajotes (*Bursera sp.*); y por arriba de esta altura, se presentan en las laderas algunos ejemplares de árboles característicos del bosque mesófilo (*Carpinus carolinensis*), Encino (*Quercus magnolifolia*), Encino laurelillo (*Q. laurina*), cubiertos de musgos, helechos, líquenes, bromelias, orquídeas, etc., y en las partes altas de las laderas de la barranca y en las lomas bosques de encino y pino, los cuales en parte son substituidos por bosques de oyamel en las laderas más protegidas por arriba de los 3,000 msnm.

Además de los recorridos que se realizaron en las zonas norte, centro y sur de la MBCh, también se llevó a cabo la revisión de la información existente del Levantamiento Estatal Forestal (CONAFOR 2013) para establecer las superficies del uso de suelo y vegetación en la MBCh. Se estima que el 88% de la superficie de la MBCh es forestal, y el 57% es de vegetación primaria que se encuentra relativamente bien conservada. Es un sitio en donde convergen 7 de los 10 tipos de vegetación registrados para México por la CONABIO, como son: los bosques de coníferas (bosque de oyamel, bosque de pino), bosque de encino (*Quercus*), bosque mesófilo, pastizal, bosque ripario, selva baja caducifolia y ecosistemas acuáticos. La mayor parte de la vegetación de la microcuenca está compuesta de vegetación primaria de bosques de Oyamel (18.34%) y de pino (15.47%). Cabe resaltar que el Bosque mesófilo de montaña abraza 1,276.16 has (Figura 10 y Cuadro 3). Es importante destacar que esta superficie representa el 16.5 % del bosque mesófilo que le queda al Estado de Morelos, y el 25% de bosque mesófilo primario o conservado de la entidad. Destacable también es que en la microcuenca de Chalchihuapan se encuentra el 6% de la vegetación primaria o de ecosistemas conservados de Morelos.

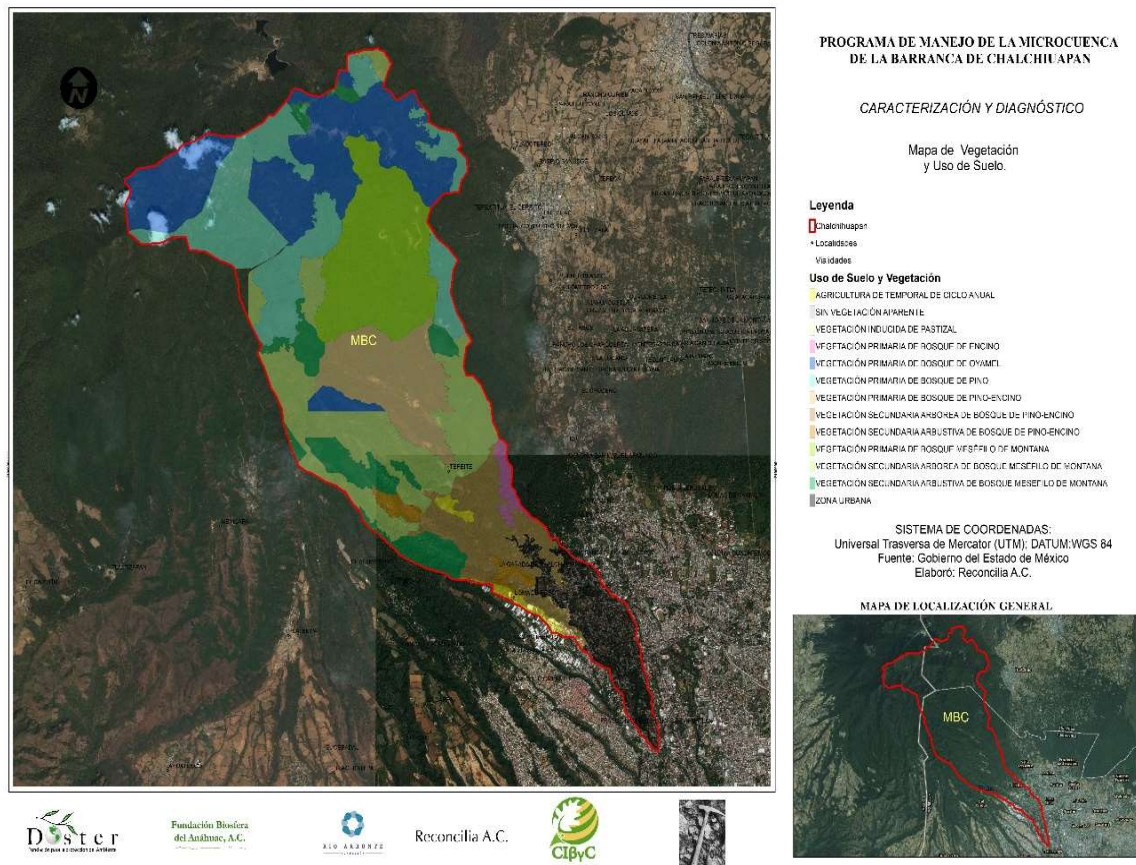


Figura 10. Uso de suelo y vegetación en la microcuenca de Chalchihuapan, modificado a partir del levantamiento estatal forestal 2013 y Carta de uso de suelo 1:250000. RECONCILIA 2017

Cuadro 3. Uso de suelo y vegetación en la Microcuenca Barranca de Chalchihuapan, RECONCILIA 2017.

Tipo de Vegetación y Uso de Suelo	Área (Has)	Porcentaje
Vegetación primaria de bosque de oyamel	684.90	18.34
Vegetación primaria de bosque de pino	577.99	15.47
Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montana	547.16	14.65
Vegetación primaria de bosque mesófilo de montana	482.43	12.91
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino	323.87	8.67
Vegetación primaria de bosque de pino-encino	309.59	8.29
Zona urbana	315.90	8.45
Bosque ripario o de galería	47.05	1.26
Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montana	246.57	6.60
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	49.29	1.31
Agricultura de temporal de ciclo anual	26.22	0.70
Agricultura de riego	90	2.41
Vegetación primaria de bosque de encino	33.08	0.88
Sin vegetación aparente	0.0792	0.00
Total	3,734.18	100.00

Uso actual del suelo. - Con base en la interpretación y comparación de imágenes satelitales World Imagery y Google Earth, así como del análisis espacial de datos vectoriales del INEGI y la CONANP, fueron determinados seis tipos de uso del suelo, cuya descripción se hace a continuación.

- **Uso forestal.** Ocupa una superficie de 3, 254.88 ha, equivalente al 87.1% del área de la microcuenca, siendo por lo tanto la de mayor extensión. Se identifican seis tipos de vegetación nativa (compuesta de los tipos de vegetación anteriormente comentadas), vegetación urbana (compuesta de jardines arbolados y pasto), y pastizal (inducido). La mayor parte de esta superficie, se encuentra incluida dentro de dos áreas naturales protegidas; el Corredor Biológico Chichinautzin (COBIOCH) y el Parque Nacional Lagunas de Zempoala (PNLZ), según decretos publicados en el Diario Oficial de la Federación, con fechas: 30 de noviembre de 1988 y 19 de mayo de 1947, respectivamente. En el ámbito estatal, la porción norte y noroeste de la microcuenca forma parte del Parque Otomí – Mexica, según decreto emitido el 8 de enero de 1980 por el Gobierno del estado de México. De lo anterior se desprenden las siguientes observaciones:
 - a) Existe una franja de aproximadamente 5.5 km de largo por 0.6 km de ancho que no está considerado dentro de alguna ANP, la cual se localiza en el extremo centro-occidental del área en estudio.
 - b) La expansión de la mancha urbana en forma de asentamientos irregulares invade progresivamente el COBIOCH, sin que se hayan tomado las medidas pertinentes.
 - c) La vocación de uso del suelo de la mayor parte de la microcuenca es de protección y conservación, debido a sus recursos biofísicos (*Figura 11*).
- **Uso urbano.** Cubre el vértice sureste de la microcuenca, ocupando el 6.7% de su superficie (251.93 ha). Presenta una saturación relativamente elevada, considerando que existen grandes propiedades que llegan a exceder los 33, 000 m², como las que se ubican principalmente en la margen izquierda - parte media-baja de la barranca de la colonia Bellavista. Las mayores densidades de población se ubican en primer lugar en el pueblo de Santa María Ahuacatitlan, siguiéndole la colonia Jardín Tetela y en último término Rancho Cortés. Actualmente, la presión del crecimiento urbano se desarrolla en la parte norte y noroeste del poblado mencionado, ocupando tierras comunales e invadiendo la parte sur del COBIOCH.

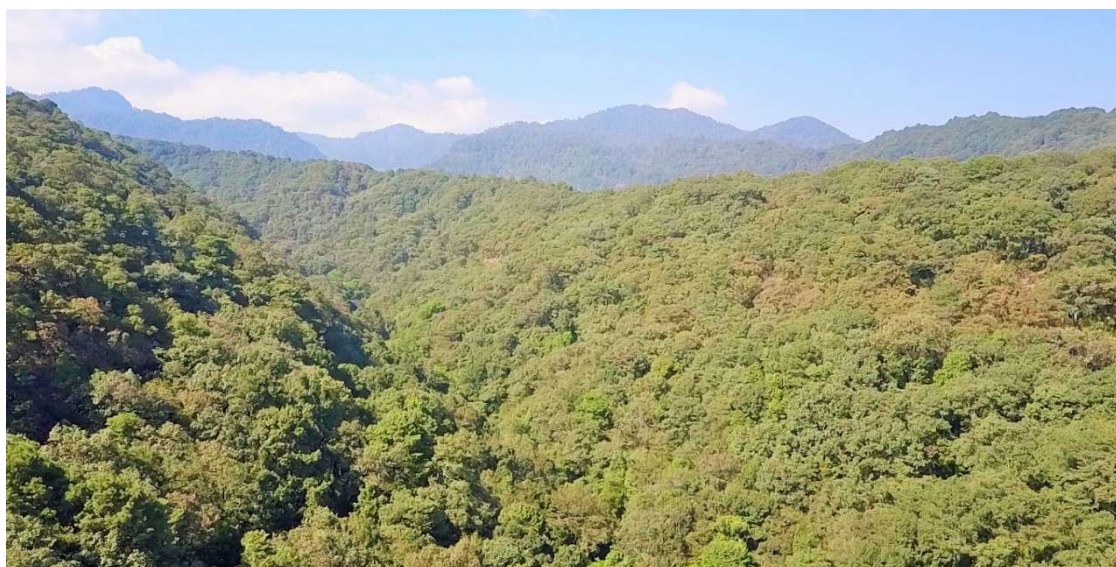


Figura 11. Vista norte de la barranca chalchihuapan. Nótese el grado de conservación de la cobertura arbórea (Pohle 2017)

- **Uso agrícola.** Ocupa 116 ha, por lo que representa un 3.7% de la superficie en estudio. Dentro de este rubro se ha integrado la superficie ocupada por los viveros de Tetela del Monte (90 ha), áreas de desmonte ubicadas en partes cumbrales interfluviales y pequeñas planicies fluviales intermontanas situadas sobre el cauce principal de los arroyos El Salto, Chalchihuapan y El Tepeite (Figura 12). Los terrenos más aptos para las actividades agrícolas son las planicies fluviales o vegas, limitadas a pequeñas extensiones. Las menos aptas, son las superficies cumbrales que tienen un espesor reducido de suelo y baja cantidad de nutrientes, por lo que es común el abandono y apertura del bosque por nuevos desmontes, extendiéndose a lo largo de los lomeríos descritos. Una de las problemáticas que son visibles es el cambio de uso de suelo forestal para la expansión del monocultivo de aguacate. Es importante mencionar que el crecimiento de la frontera agrícola es uno de los principales problemas que afecta de manera directa a las áreas naturales protegidas y las zonas conservadas dentro de la MBCh.



Figura 12. Zonas de cultivo en superficies cumbrales. Pohle 2017.

- **Asentamientos irregulares.** Como ya ha sido descrito en párrafos anteriores, este tipo de asentamientos se desarrolla en la porción nor-noroeste del área urbana, a expensas de terrenos comunales de Santa María Ahuacatitlan; y debido al crecimiento de la colonia San Miguel Apatlaco, no obstante que la accidentada topografía en esa zona constituye una limitante considerable. Además de la topografía, la falta de abastecimiento de agua potable a frenado aún más dicho crecimiento, ya que la mayor parte es proporcionada por camiones cisterna (“pipas”) provenientes de los municipios de Huitzilac y Cuernavaca, cuyo servicio es oneroso e irregular. La superficie que cubre este uso del suelo es de poco más de 56 ha, equivalentes al 1.5% de la MBCh.
- **Cauce.** Comprende las franjas del terreno donde fluyen los escurrimientos principales de El Salto, Chalchihuapan y El Tepeite, cuya superficie ocupa en conjunto 47 ha, o el 1.3% de la microcuenca. No obstante, la relevancia que tienen los cauces y sus márgenes, por sus implicaciones hidrológicas y bióticas, es una zona poco respetada. Así, un poco antes de la confluencia de las barrancas de El Salto y Chalchihuapan y conforme van fluyendo los cuerpos de agua pendiente abajo, se van incorporando decenas de descargas de aguas residuales domiciliarias y municipales, así como residuos sólidos de todo tipo, hasta convertir las aguas originalmente cristalinas, en un río contaminado. La invasión de la zona federal es común, disminuyendo el área hidráulica sensiblemente

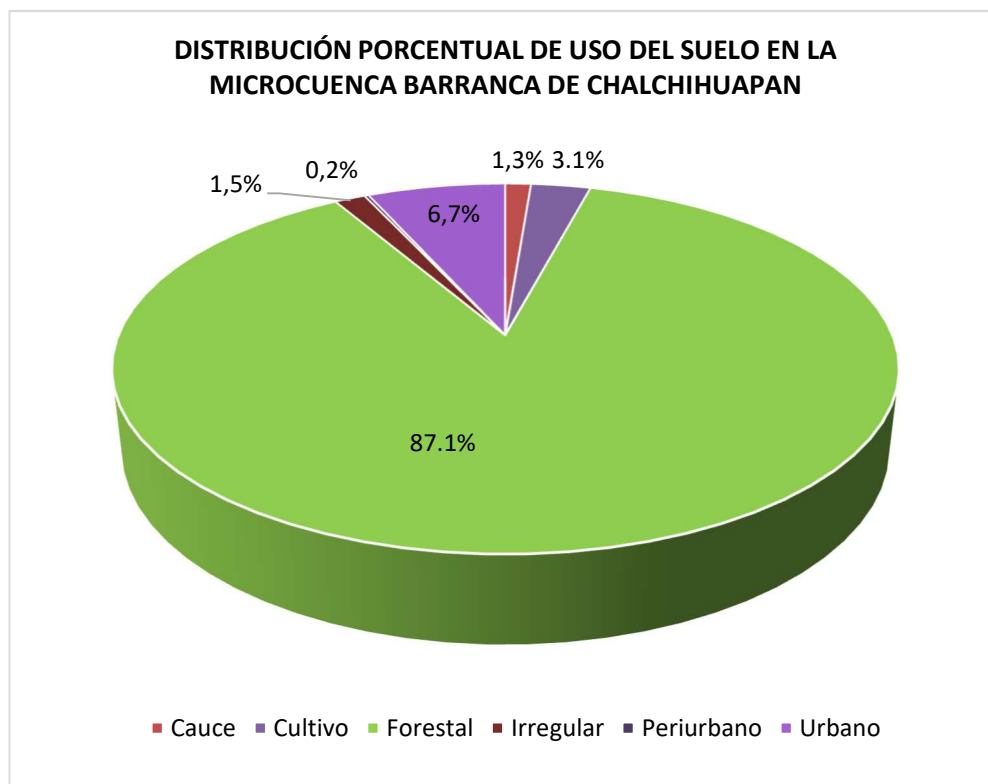
aun cuando esto constituye un peligro por inundación e inestabilidad de las márgenes; condición que se presenta principalmente en la zona baja de la microcuenca.

Con respecto a las cascadas citadas, se pueden considerar cinco por su belleza escénica, siendo estas las de: Tetela, Agua Azul, Los Reyes, Quetzalcóatl y El Salto; las dos últimas son intermitentes, ya que solo ocurren durante la época de lluvias. Por último, para ilustrar claramente la distribución espacial de los diferentes usos del suelo en la microcuenca, se muestra la Figura 13, así como las superficies y porcentajes correspondientes (Cuadro 4), esquematizados en la Figura 14.

Cuadro 4. Distribución del Uso del suelo en la MBCh. Pohle 2017

Uso	Área (ha)	%
Cauce	47.05	1.3%
Cultivo	116.35	3.11%
Forestal	3,254.88	87.16%
Irregular	56.37	1.5%
Periurbano	7.60	0.2%
Urbano	251.93	6.7%
Suma:	3,734.18	100.0%

Figura 13. Distribución porcentual de usos del suelo. Pohle 2017



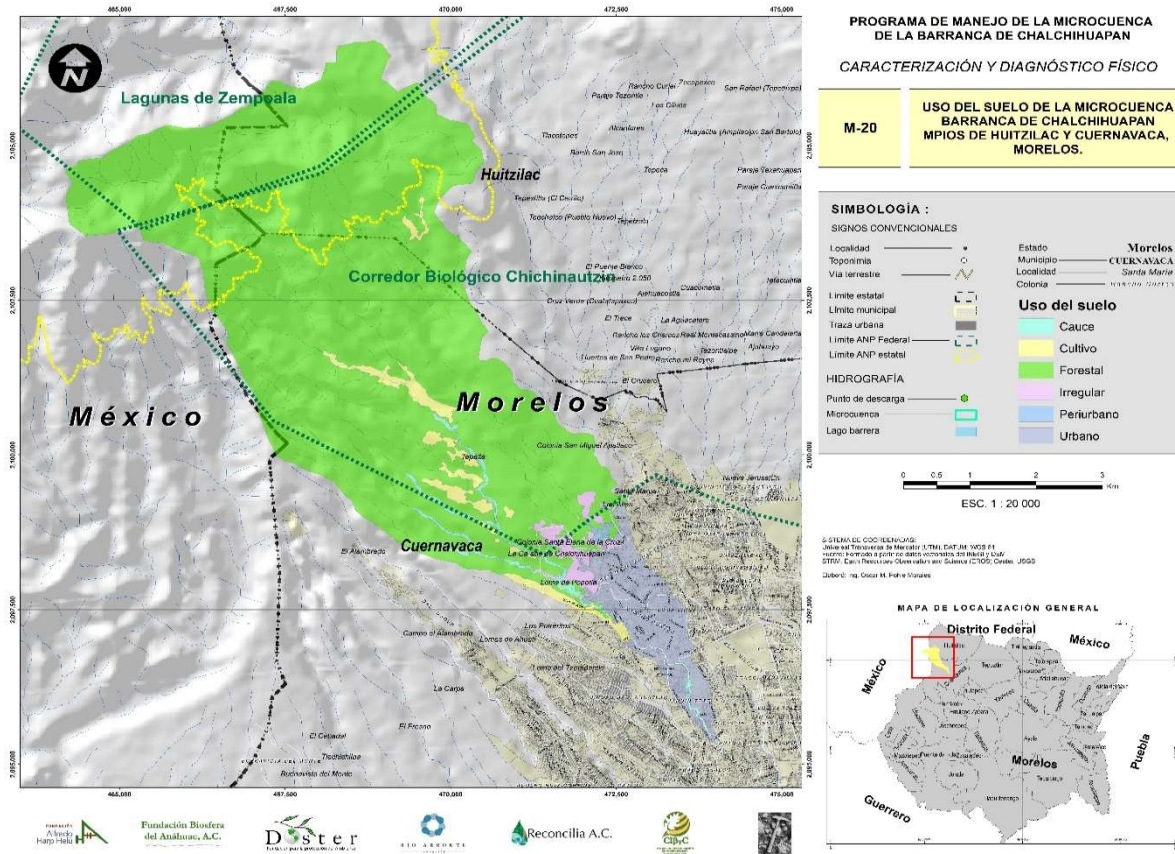


Figura 14. Carta de uso actual del suelo en la microcuenca Barranca de Chalchihuapan. Pohle 2017

Dinámica de uso del suelo

Utilizando registros cartográficos del INEGI, sobre el crecimiento histórico de la zona urbana de Cuernavaca durante los años 1953, 1966, 1982, 1993, 2000, 2010; así como imágenes satelitales históricas Google Earth 2004 – 2017, se elaboró la Figura 15 y su gráfica correspondiente (Figura 16). Con base en el análisis de dicha información, se tiene lo siguiente:

- 1) A principio de los años 50's, la población establecida dentro de la microcuenca se ubicaba en pequeñas zonas aisladas, tales como los pueblos de Tetela del Monte, Santa María Ahuacatitlan; y el inicio de las colonias Rancho Cortés y Loma Linda, teniendo todos ellos como eje de desarrollo la Avenida Morelos Norte (actualmente Emiliano Zapata), que se prolongaba hacia el Norte por el antiguo Camino Nacional hasta la Ciudad de México; camino empedrado, construido durante la Colonia para llegar al Puerto de Acapulco (Camino de Asia); el cual posteriormente fue sustituido por la Carretera Federal México – Cuernavaca, construida entre 1927 y 1929 por la entonces Secretaría de Caminos y Obras Públicas (SCOP). La superficie ocupada en dicha fecha representaba el 6.6% (24.26 ha) del área urbana actual y el 0.6% de la superficie total de la microcuenca.
- 2) Para el año 1966, la expansión de la mancha urbana presenta el mayor incremento de urbanización (31.2%), cubriendo una superficie de 114.35 ha, equivalente al 3.1% de la microcuenca. En dicha fecha se tienen la mayor parte de los asentamientos de las colonias: Jardín Tetela, Bellavista, Rancho Cortés, Loma Linda y zona sur del poblado de Santa María Ahuacatitlan.
- 3) Hacia 1993, se ocupan amplias franjas de terreno, principalmente en la margen derecha de la barranca de Chalchihuapan en Tetela del Monte, los corredores Norte y Sur de Rancho Cortés y las zonas poniente y norte de Santa María Ahuacatitlan. En este caso

también se observa un incremento considerable de 92.06 ha, lo que representa el 25.1% de la superficie actual del área urbana y un 2.5% del total de la microcuenca.

- 4) Durante el año 2000, la expansión urbana sufre una brusca disminución, llegando a sólo 5.0 ha (1.4%) de extensión, localizadas en la zona poniente del poblado de Santa María.
- 5) En 2010 se observa nuevamente un incremento importante de la mancha urbana, llegando casi al 10%, con 36.0 ha de la superficie urbana actual. Cabe destacar que la mayoría de dicha superficie ocupa terrenos comunales del pueblo de Santa María Ahuacatitlan.
- 6) Finalmente, hacia el 2015 la tendencia de expansión se ve nuevamente aumentada al llegar a 94.6 ha, equivalentes al 25.8% de la superficie total de la zona urbana. Al igual que en 2010, la expansión se da a expensas de los terrenos comunales de Santa María, los cuales se encuentran actualmente bajo una fuerte presión especulativa, internándose y fragmentando cada vez más el Corredor Biológico Chichinautzin.

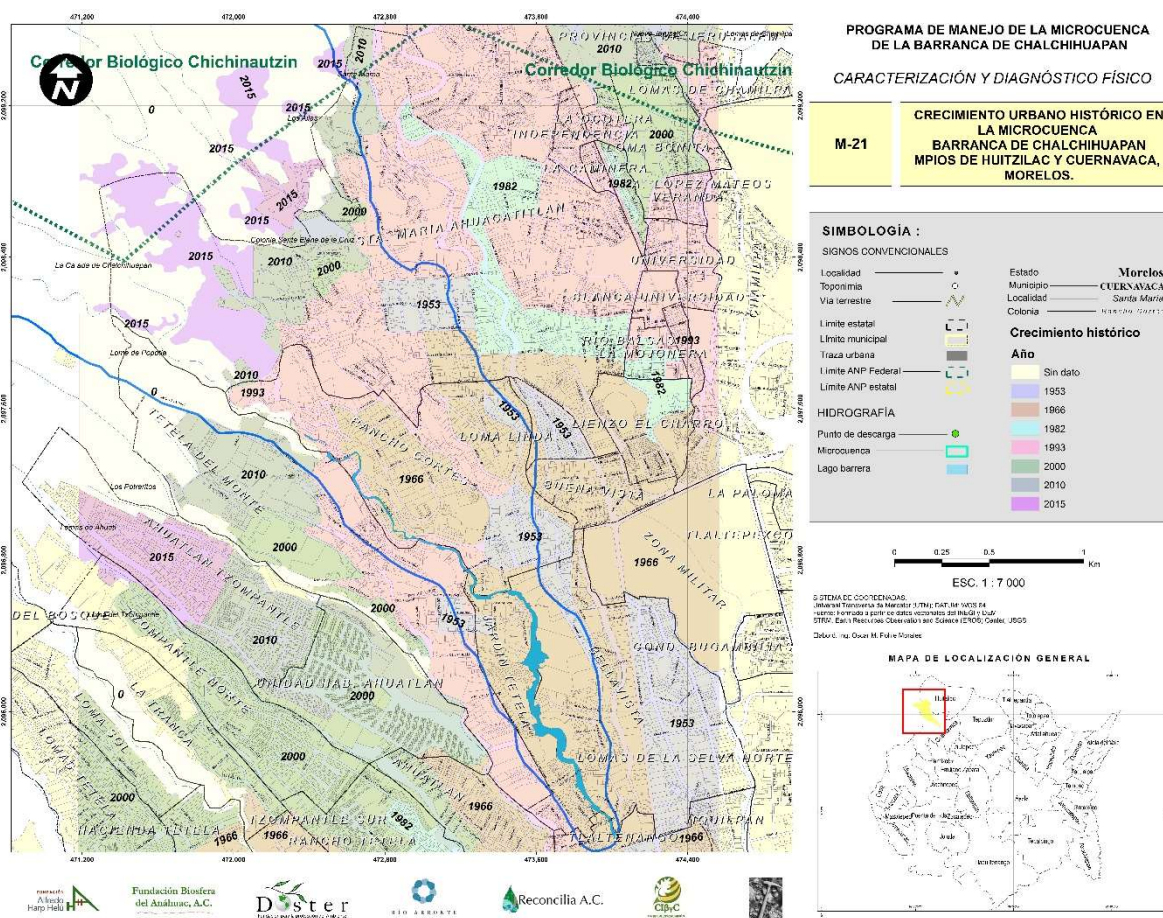


Figura 15. Crecimiento histórico de la mancha urbana región norponiente de Cuernavaca. Pohle 2017

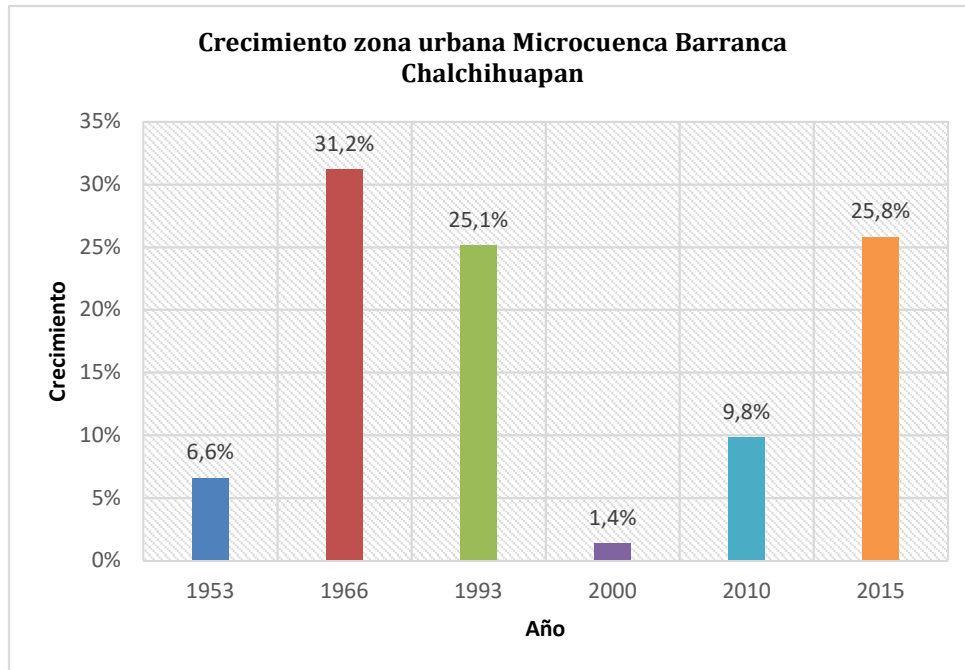


Figura 16. Incremento histórico porcentual de área urbana en la microcuenca. Pohle 2017

Hidrología

La Microcuenca tiene una precipitación pluvial promedio anual de 1,553 mm (Figura 17, Cuadro 5). Esto permite que su cauce tenga un régimen perenne, alimentado por diversos manantiales durante su recorrido y que constituya una fuente importante para la recarga del acuífero de Cuernavaca. Una vez que la barranca de Chalchihuapan se interna dentro de la mancha urbana, se van integrando gradualmente descargas de aguas residuales domiciliarias y más adelante municipales, las cuales van aumentando su caudal cada vez más contaminado.

La calidad del agua se puede calificar como excelente en la parte alta del río, buena en su parte media, y contaminada a muy contaminada en el área urbana. El acelerado crecimiento de la población; la intensa especulación de tierras comunales y ejidales, y la crónica e inexistente planeación urbana, particularmente característica en el estado de Morelos, han traído como consecuencia el deterioro del recurso hídrico, agudizado cada vez más por su sobreexplotación y el vertido de aguas residuales y residuos sólidos urbanos en los cuerpos de agua superficial.

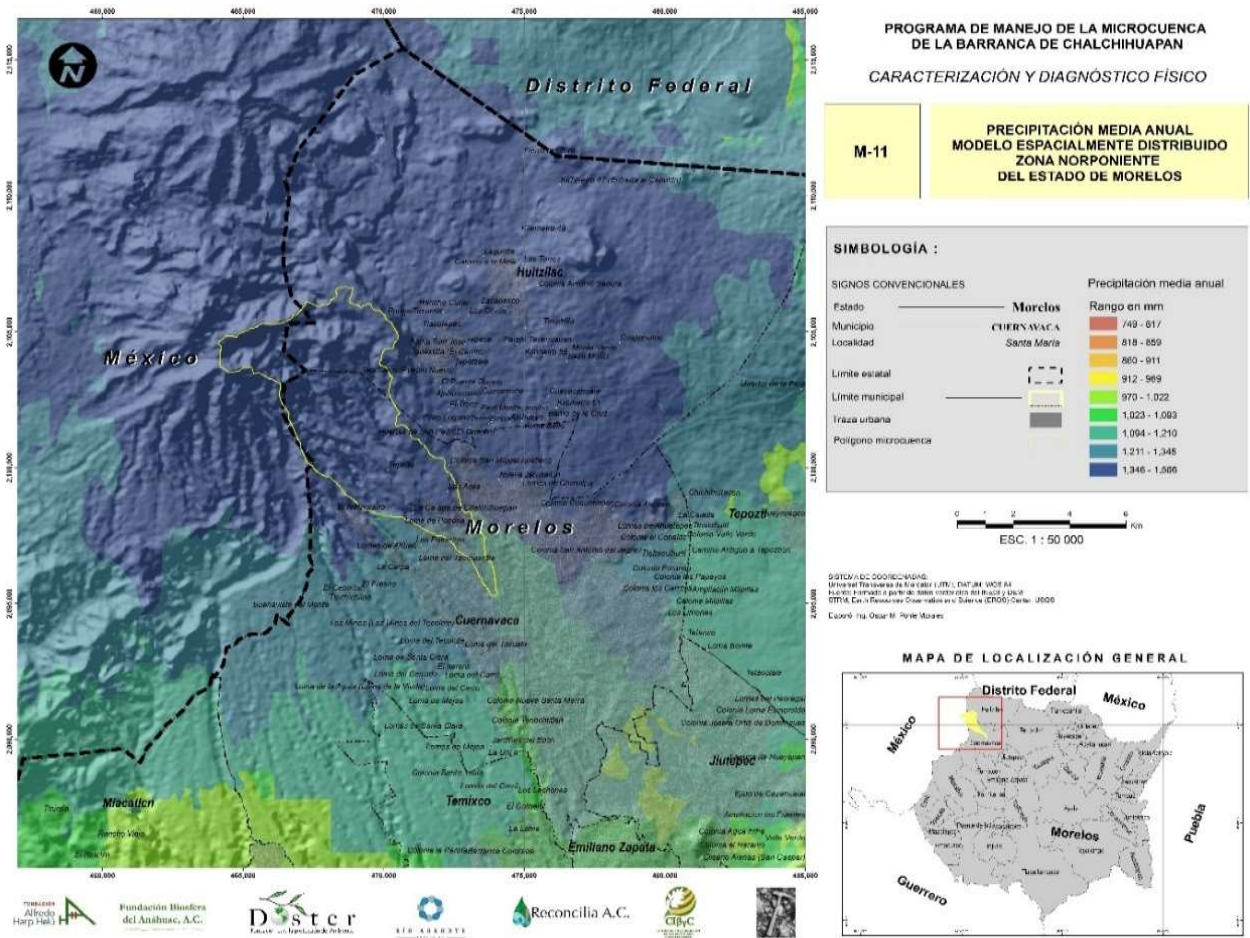


Figura 17. Modelo precipitación media anual (Pohle 2017)

En resumen, se puede establecer que la información obtenida a partir de las estaciones de las partes alta (Estación Huitzilac), media (Ahuatenco) y baja (Col. El Empleado) de la microcuenca objeto del estudio, coinciden con la caracterización climática tratada en apartados anteriores. De la misma información, se infiere que las partes alta y media, son las que reciben las mayores precipitaciones y muestran el menor déficit hídrico; lo que indica su alto valor ambiental y necesidad de conservación. Con respecto a la parte baja, se observa un ligero equilibrio positivo, que dependerá del futuro manejo que se tenga en las zonas media y alta de la microcuenca.

Morfometría.- Las características morfométricas de una cuenca hidrológica permiten establecer sus propiedades físico - espaciales y determinar de manera preliminar las características ambientales de su territorio. En este sentido, la geometría de dicha unidad hidrológica define el volumen de agua pluvial captada, su respuesta ante eventos climáticos y su balance hidrológico que comprende el escurrimiento superficial, en términos de caudales, el transporte de sedimentos y nutrientes, así como el volumen de agua subterránea que permite captar.

Tomando como referencia el cerro Cuahutépctl, la microcuenca de Chalchihuapan se extiende hacia el sureste, a lo largo de 15 km aproximadamente, hasta su confluencia por margen izquierda con la barranca de San Pedro, ya en la zona urbana de Cuernavaca. Hasta este punto, su área de captación es de 37.34 km² y desciende desde una altitud de 3, 420 msnm hasta los 1, 670 msnm, estimándose la pendiente media de su relieve en 31%.

La mayor parte del área es montañosa y durante los primeros 8 kilómetros a partir de su origen, el cauce describe un arco labrado en el macizo andesítico del antiguo estratovolcán de

Zempoala, que posiblemente alojó en épocas geológicamente recientes un pequeño glaciar, cuyos rasgos morfológicos son difíciles de distinguir actualmente, salvo por sus afiladas aristas, y profundos valles de empinadas laderas que acusan cierta forma cóncava común a la erosión abrasiva de los glaciares.

El gasto o caudal máximo que llega al punto donde convergen las barrancas de Chalchihuapan y San Pedro, bajo una lluvia máxima que se presenta con una frecuencia dada, se ha determinado mediante el método de Emil Kuichling (1889). En dicho punto no se cumple la condición de pendiente, por lo que es poco probable que se tenga una avenida de este tipo; sin embargo, cabe considerar dos factores por lo que dicho fenómeno pueda ocurrir, siendo estos: a) La obstrucción repentina del cauce; y b) La variación de los valores de longitud y pendiente del mismo cauce aguas arriba.

Balance hídrico.- Considerando el balance hídrico espacialmente distribuido, el volumen medio anual de escurrimiento natural que drena la MBCh, considerando sus límites hidrográficos, se estima en 9.6 millones de m³ anuales; y la suma de los escurrimientos endorreicos que se acumulan en cada uno de los 7 vasos, aislados hidrográficamente por la meseta volcánica La Gloria, se calcula en 3.5 millones de m³ al año. Dado que no existen cuerpos de agua en dichas depresiones, se asume la infiltración de dicho volumen, constituyéndose así en una importante zona de recarga del acuífero de Cuernavaca (Figura 2 y Figura 18).

Debido a la escasez de datos hidrométricos en amplias zonas de las microcuencas del estado, la estimación del manejo de los recursos hídricos puede aproximarse a partir de la utilización de métodos indirectos, utilizando modelos basados en las características físicas de la cuenca (suelos, relieve, geología, uso del suelo, vegetación), las cuales determinan en gran medida el volumen y variación de los fenómenos hidrológicos.

En cuanto al cálculo del balance hídrico superficial, se utilizó el modelo formulado por Thornthwaite y Matter (1957), ya que este método permite calcular un registro continuo de la humedad del suelo, la evapotranspiración potencial y real, la recarga del acuífero, y el escurrimiento a partir de registros meteorológicos y observaciones limitadas de la vegetación y los suelos (Dunne y Leopold, 1978; Campos Aranda, 1992). El balance hídrico se integró en un sistema de información geográfica (SIG). (Cuadro 5 y 6)

Cuadro 5. Distribución de la precipitación media anual espacialmente distribuido, según balance hídrico por el método de Thornthwaite. Pohle 2017.

DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL EN LA MICROCUENCA BARRANCA DE CHALCHIHUAPAN				
Variable hidrológica		Vol. en hm ³	% sobre la precipitación	
Volumen de precipitación media anual (hm ³)	Evapotranspiración real*	34.9304	64%	
	Excedente	19.9988	36%	
	Escurrimiento superficial	13.2279	24%	
	Infiltración	Recarga infiltración vertical	6.7709	12%
		Descarga de manantiales**	1.9060	3%
Recarga neta		4.8648	9%	
54.9292	SUMA	54.9292	100%	

* La evapotranspiración real no puede ser mayor al agua disponible.

** A partir de mediciones realizadas directamente durante los meses de enero y febrero de

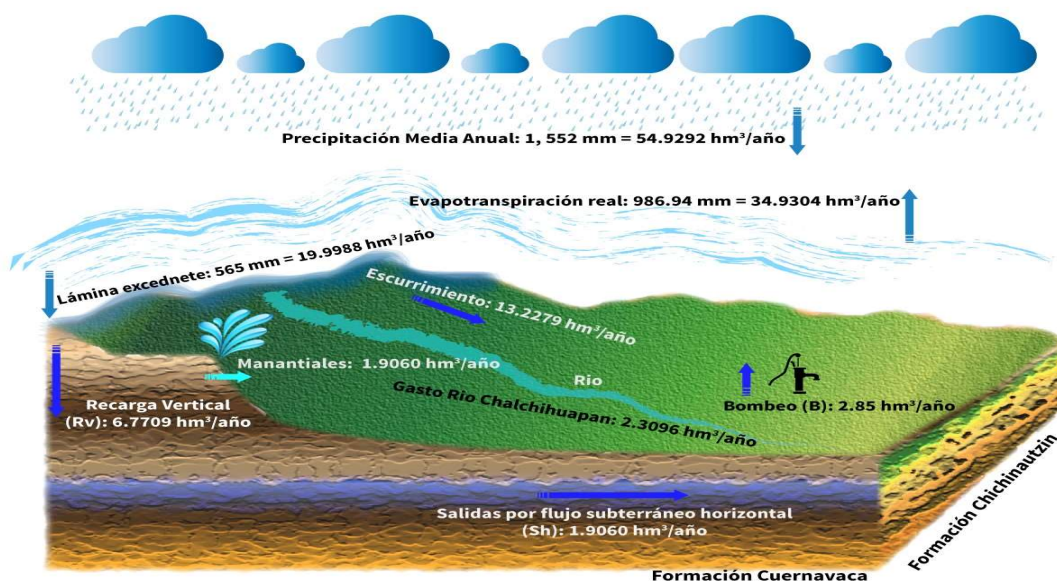
2017, en los cauces de las barrancas El Salto y Chalchihuapan, así como el canal El Tepeite

Reduciendo las cifras anteriores a un promedio anual de litros por segundo (l.p.s.), se obtiene el Cuadro 4, que representa el balance de agua disponible en la microcuenca

Cuadro 6. Balance de agua disponible promedio en litros por segundo al año

Excedente	l.p.s. /año
Vol. Escurrimiento	419.45
Vol. Infiltración	214.70

Figura 18.- Diagrama de funcionamiento hidrológico de la microcuenca de Chalchihuapan



Calidad del agua

La calidad de agua cruda fue analizada por la CEAGUA (2015) en el mes de Noviembre de 2014, de una muestra tomada en el río, en la parte sur de la barranca, antes de la unión con la Barranca de San Pedro, mostrando una contaminación que se ubica en el rango Ligero-Medio de acuerdo al Cuadro 7, donde se muestran los valores típicos para agua doméstica y los niveles de contaminación establecidos por Metcalf y Eddy (1991).

Cuadro 7. Niveles de concentración de contaminación de la muestra.

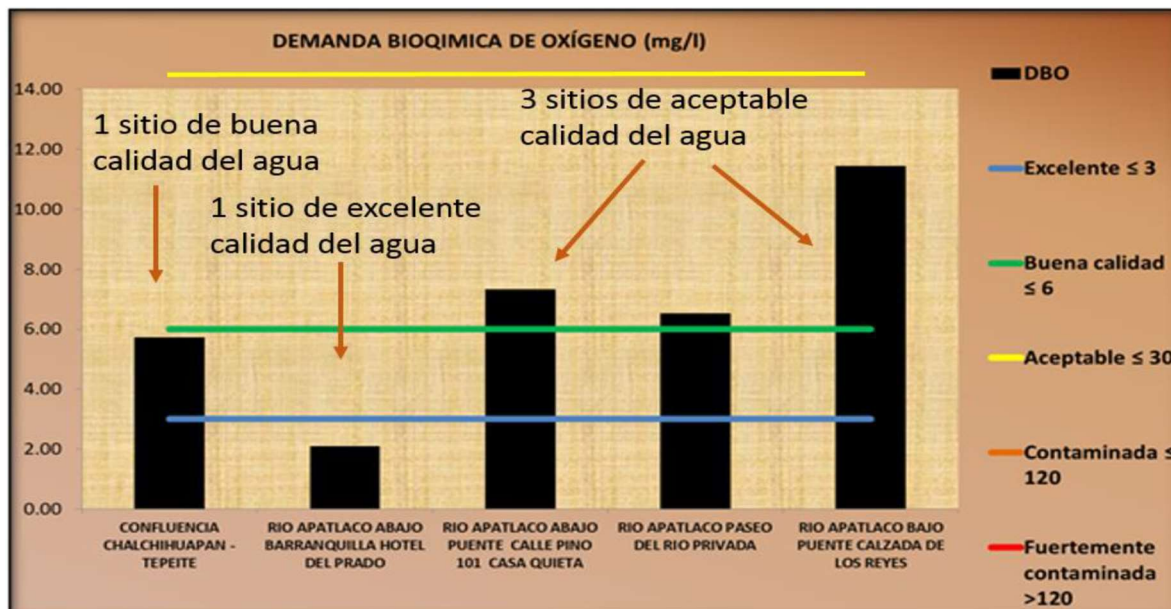
Contaminante	Símbolo	Unidad	Concentración			VALOR ANALIZADO,
			Ligera	Media	Alta	
Sólidos totales	ST	mg/l	350	720	1200	353
Sólidos disueltos totales	SDT	mg/l	250	500	850	213
Sólidos suspendidos totales	SST	mg/l	100	220	350	140

Sólidos sedimentables	S _{sed.}	ml/l	5	10	20	2.0 (mL/L)
pH						6.91
Conductividad		µS/cm				305
Demanda bioquímica de oxígeno, 5 días a 20°C	de DDO ₅	mg/l	110	220	400	135.37
DQO		mg/L				301.20
Nitrógeno total	N	mg/l	20	40	85	23.78
Orgánico	NO-N	mg/l	8	15	35	
Amoniaco libre	NH ₄ -N	mg/l	12	25	50	
Nitritos	NO ₂ -N	mg/l	0	0	0	
Nitratos	NO ₃ -N	mg/l	0	0	0	
Fósforo total	como P	mg/l	4	8	15	3.30
Cloruros	Cl	mg/l	30	50	100	
Sulfatos	SO ₄ ⁼	mg/l	20	30	50	
Grasas y Aceites		mg/l	50	100	150	13.85

Fuente: CEAGUA (2015)

La concentración de contaminantes básicos para las descargas de aguas residuales a aguas y bienes nacionales no debe exceder el valor indicado como límite máximo permisible en el cuadro establecido por la Norma Oficial Mexicana, NOM-001-ECOL-1996. Por su parte, la CONAGUA (2014), establece los siguientes parámetros (Figura 19) en cuanto a la calidad del agua en la barranca de Chalchihuapan:

Figura 19.- Calidad del agua en la barranca de Chalchihuapan (CEAGUA 2014)



Por su parte, de acuerdo a un estudio realizado por el IPN-ENCB (2014) sobre la calidad del agua de la cuenca del Río Apatlaco, se encontró que la barranca de Chalchihuapan presenta uno de los mejores índices. Por ejemplo el ICA = Índice de la calidad del agua del Río Apatlaco elaborado por el IPN baja de 96.1 ± 11.03 en la zona de las Truchas (a 1,850 msnm), en la confluencia de los Ríos del Salto y Tepeite, en la parte media de la barranca de Chalchihuapan. Dicho índice disminuye Río abajo ya fuera de la barranca de Chalchihuapan, a 57 ± 3 en la zona del Río del Pollo (1300 msnm) al pasar por el área urbana de Cuernavaca. De igual manera la calidad fisicoquímica del agua fue mayor en el sitio de las truchas y disminuyendo río abajo.

Concluyendo que de los sitios de referencia la Barranca de Chalchihupán presenta las mejores condiciones de calidad del agua, con las concentraciones más bajas de nutrientes, conductividad, turbiedad, dureza, demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) y coliformes totales y fecales.

Los sitios AP1-Las Truchas y AP12-El Texcal, presentaron los siguientes síntomas:

- Excelente calidad fisicoquímica del agua.
- Composición biótica adecuada
- Sin problemas de toxicidad.
- Agua sin enriquecimiento por nutrientes.
- Indicadores biológicos de buena calidad ambiental
- Valores altos de diversidad de macroinvertebrados
- No hay presencia de especies exóticas

Lo anterior es característico de ambientes acuáticos con excelente condición de salud.

DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA

Situación actual del manejo del agua

Agua superficial.- De las mediciones obtenidas con flujómetro digital durante la temporada de estiaje 2017, se tiene la relación de caudales aforados en los manantiales, canales y cauces (Cuadro 8), que en conjunto sumaron un total de 73.24 litros por segundo (l.p.s.), cantidad muy cercana al volumen concesionado por la CONAGUA que es de 72.60 l.p.s., equivalente a 2.29 hm³ anuales.

Cuadro 8.

RELACIÓN DE CAUDALES AFORADOS EN ESTE ESTUDIO EN MANANTIALES Y CAUCES DE LA MICROCUENCA BARRANCA DE CHALCHIHUAPAN (ESTIAJE 2017) (Pohle 2017)								
Sitio	Coordenadas UTM			Gasto (lps)	Temp (°C)	Conduct. (µS)	TSD (ppm)	Observaciones
	X	Y	Z					
Tules de Atexcapa	467,611.27	2,105,497.50	2,855.81	0.81	S.D.	S.D.	S.D.	Manantial de ladera, limte N Tules Atexcapa
Canal Tepeite	469,561.94	2,101,098.62	2,263.40	35.24	11.00	70.00	35.00	Canal revestido El Tepeite
Manantial Quetzalcóatl	471,342.92	2,098,415.45	1,896.33	0.25	15.3	90	45	Manantial de fondo, cauce Chalchihuapan
Manantial fondo	471,386.69	2,098,401.00	1,907.32	1	S.D.	S.D.	S.D.	Manantial de fondo, cauce Chalchihuapan
Manantial ladera	471,387.10	2,098,395.25	1,952.73	2.6	S.D.	S.D.	S.D.	Base zona de derrumbe, cauce Chalchihuapan
Manantial El Salto 1	470,843.57	2,098,292.17	1,980.30	0.1	16.40	85.00	44.00	Manantial de ladera, M.I. cauce El Salto
Manantial El Salto 2	470,873.58	2,098,289.68	1,986.41	0.25	15.5	80	50	Manantial de ladera, M.I. cauce El Salto
Cauce El Salto	470,873.58	2,098,289.68	1,858.00	2.2	16.4	S.D.	S.D.	Medición en cauce principal
Cauce Chalchihuapan	471,620.74	2,097,981.06	1,856.00	24	S.D.	S.D.	S.D.	Medición en cauce principal
Canal El Salto	471,588.99	2,097,960.95	1,854.00	2.4	S.D.	S.D.	S.D.	Canal para derivación de riego

Mangueras	471,314.01	2,098,098.81	1,875.00	9.4	S.D.	S.D.	S.D.	Mangueras para conducción de agua a viveristas
SUMA*:				73.24				

Suma = Suma de caudales en cauces principales de las barrancas: El Salto, Chalchihuapan (Truchas), canal El Tepeite, canal El Salto y estimación de caudal total de mangueras por diferencia. El caudal del manantial Tules de Atexcapa no se consideró en la suma.*

Uso de agua de los manantiales y del Río para agricultura y agua potable.- Respecto a las aguas superficiales la CONAGUA (2014) determino que se tiene un promedio de lluvia anual de 1,462.25 mm anuales en la microcuenca hidrográfica de Chalchihuapan, con un volumen medio anual de escurrimiento natural de 8.91 millones de m³. El promedio de aforo del agua del río es de 43 l/s. El agua superficial de la microcuenca se encuentra concesionada con un volumen de 2.29 millones de m³ al año, de los cuales el 50% es para uso público urbano, el 28% para uso agrícola, y 22% para uso acuícola. El uso agrícola está destinado a 28 concesionarios del ejido de Tetela del Monte, que utilizan el agua principalmente para viveros de plantas ornamentales (Cuadros 9 y 10).

Cuadro 9. Uso del agua en la barranca de Chalchihuapan (CONAGUA 2014)

No.	Uso	No. de Títulos	Vol, m ³
1	Acuicultura	1	504,576.00
2	Agrícola	1, con 28 anexos	662,780.00
3	Público - Urbano	1	1,128,988.00
Total		3	2,296,344.00

Cuadro 10.- Uso del agua de los manantiales de El Salto de la barranca de Chalchihuapan para actividades agrícolas (CONAGUA- CEAGUA 2015)

1. Título de concesión No. 04MOR104329/18AODA13
2. Volúmen concesionado: 662,780.00 m³/año
3. Existen 28 tomas en el cauce de la barranca Chalchihuapan
4. La conducción la realizan por medio de mangueras de poliducto en diámetros de 3", 2" y 1" (Aprox. 35 mangueras)
5. Descargan en pequeños tanques de almacenamiento de concreto o pequeñas ollas recubiertas con membrana de polietileno de alta densidad (64 tanques y ollas)
6. Se tienen 8 cárcamos de bombeo para el riego de sus cultivos

De acuerdo a la topografía del terreno, la zona de riego se divide en dos partes:

1. Zona baja: cuenta con una superficie de 60 hectáreas, con riego por gravedad con un gasto de 16 lps.
2. Zona alta: cuenta con una superficie de 40 hectáreas, con riego por bombeo con un gasto de 10 lps, utilizando 2 equipos de bombeo sumergibles de 40 HP.

La Modernización y ordenamiento incluyo dos obras de toma, con líneas de conducción hidráulica principales más eficientes y redes de distribución que permite el control y suministro del agua más equitativo mediante válvulas de seccionamiento y control, para una superficie de riego de 100 hectáreas (Figura 20), beneficiando a 125 productores agrícolas. CEAGUA (2015) presenta un resumen del proyecto de modernización, cuya construcción inicio en el año 2017, y tuvo un importante avance en las obras, que sin embargo tuvieron que suspenderse ante la opción de una parte de los ejidatarios y sus lideres, quedando abandonadas hasta la actualidad.

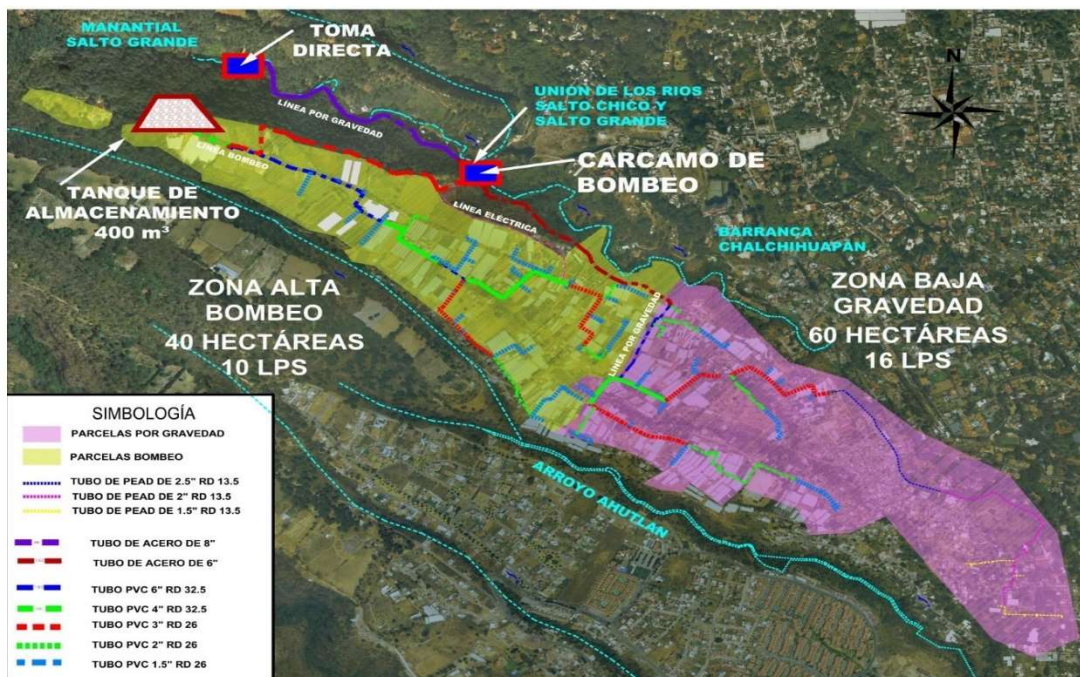


Figura 20. Obras de modernización del agua para riego MBCh (CEAGUA 2015)

A partir de la convergencia de las barrancas de El Salto y Chalchihuapan, no se advierten manantiales superficiales importantes sobre el cauce hasta el punto de descarga de la microcuenca, que se ubica en la confluencia con la barranca de San Pedro; lo cual no descarta la existencia de surgencias de fondo a lo largo del mismo y aportaciones de corrientes tributarias, como en el caso del escurrimiento perenne que se origina en el manantial Tepehuajes, que se encuentra a 70 metros por arriba del cauce de Chalchihuapan y que descarga al mismo por su margen izquierda.

Agua subterránea

En concordancia con la información del Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), divulgado por la CONAGUA en su Sistema de Información del Agua (SIGA), se tiene que dentro de la MBCh existen siete pozos profundos, de los cuales, dos son operados por el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Cuernavaca y el resto son concesiones particulares, según se muestra en la Cuadro 11.

Cuadro 11

REGISTRO DE POZOS PROFUNDOS UBICADOS DENTRO DE LA MICROCUENCA BARRANCA DE CHALCHIHUAPAN										
No.	Pozo	Registro REPDA	Coordenadas UTM		Uso	Titular	Gasto (l.p.s.)	Operación (horas)	Volumen (m3)	
			x	y					Diario	Anual
1	Rancho Cortés I	A5MOR101523/18HMG96	472513.13	2097559.12	Particular	Promotora Cortés-Trapiche, S.C.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2	Santa María	04MOR101520/18IMGR04	472426.23	2098112.49	Diversos	Mirage Internacional de San Felipe, S.A. de C.V.	2.00	N.D.	172.8	63,072
3	Hotel Aristos	04MOR104380/18EMDA09	472381.9	2097799.05	Servicios	Inmobiliaria Abandanes, S.A. de C.V.	1.37	N.D.	118.368	43,330.47
4	Rancho Cortés Barranca	04MOR102768/18HSDA13	472308.44	2097559.42	Público-urbano	Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Cuernavaca	4.16	24	359.42	131,190
5	Rancho Cortés II	04MOR102768/18HSDA13	472630.14	2097589.68	Público-urbano	Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Cuernavaca	22.34	24	1,930.18	704,514
6	Bellavista I	A5MOR100636/18CMGE94	473851.42	2096346.28	Particular	Ma. Teresa Trouyet Hauss	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
7	Bellavista II	04MOR101619/18CMOC08	473943.53	2096266.27	Doméstico	Beatriz Alemán Velasco y Copropietarios	2.55	N.D.	220.32	80,518

Fuente: Consulta de datos REPDA, actualizados a marzo de 2017 y registro de pozos SAPAC, 2008.

Del Cuadro anterior, se tiene que el gasto proporcionado por los pozos operados por el SAPAC sería suficiente para el consumo doméstico diario de 7,632 habitantes (300 l/hab/día); y el gasto concesionado a particulares cubriría las necesidades diarias de 1,705 habitantes, bajo las mismas condiciones de consumo. Esto sin considerar las dos concesiones de las cuales no se proporcionan datos. En conjunto, se estima que el volumen anual de agua subterránea explotada a través de pozos profundos se aproxima a 1.1 hm³, el cual forma parte del volumen concesionado en el REPDA 2017.

Consumo y dotación de agua potable. - Se tiene que el volumen requerido para la dotación diaria de agua potable en el año 2017 fue de 39 l.p.s.; y se estima que para el 2035, este será de 46 l.p.s. Cabe señalar que el volumen de la dotación de agua potable se determina teniendo en cuenta las pérdidas por fugas en la red, que en este caso se considera de un 30%, por ser de construcción relativamente reciente.

Disponibilidad del recurso hídrico. - De los datos referidos en los apartados antecedentes, se tiene que existe una disponibilidad de agua superficial de al menos 35.24 l.p.s. derivados del canal El Tepeite; así como la correspondiente a los pozos administrados por el SAPAC, que en conjunto aportan 26.5 l.p.s. Por lo tanto, la suma de dichos caudales, que es de 61.74 l.p.s., excede en un 59% y 34% los requerimientos de dotación calculados para el año 2017 y 2035, respectivamente.

En relación con el caudal ecológico y de acuerdo con los datos anteriores, existe la posibilidad de utilizar la totalidad o parte del remanente para dicho fin, considerando como ejes de acción:

- 1) Hacer eficiente la dotación y distribución del agua.
- 2) Reducir las fugas en el sistema y evitar el desperdicio de agua domiciliaria.
- 3) Implementar el uso obligatorio de sistemas de tratamiento, principalmente en zonas residenciales.
- 4) Reutilizar el agua residual tratada para riego de jardines y viveros.
- 5) Regular efectivamente las descargas de agua residual en la barranca y eliminar las tomas clandestinas.

Invasión de la zona federal del cauce y descargas de aguas residuales

De los recorridos de prospección a lo largo de la barranca de Chalchihuapan, se ubicaron y registraron las descargas de aguas residuales y de infraestructura de casas habitación, drenajes y de otro tipo. Es importante destacar que solo en los primeros 500 metros de la parte sur de la barranca de Chalchihuapan, donde está la unión con la Barranca de San Pedro, se observa que las construcciones de casas habitación, bardas de piedra, tabique, etc., se ubican al margen del cauce del río, invadiendo la zona federal y dejando una anchura del cauce de unos 10 metros máximo, lo cual representa una grave violación a la legislación y un riesgo para el libre flujo del agua ante avenidas máximas.

Sin embargo, cabe destacar que de esos 500 metros hacia el norte, aproximadamente a la altura de la calle privada Condominios Mirlos (473,732E, 2'095,758N, 1,710 msnm), el espacio de la barranca se ensancha, y las casas habitación se encuentran remetidas, dejando las laderas de la barranca en su mayor parte como áreas arboladas, principalmente con especies de árboles exóticos, y como jardines de las casas, aunque es importante mencionar que han delimitado no solo sus predios sino incluso la zona federal, hasta el margen del río con malla ciclónica, alambre de púas, etc. y en algunos casos con construcción de alguna infraestructura como andadores, puentes, palapas, etc.

En estos primeros 500 metros de la parte sur de la barranca de Chalchihuapan, aunque el agua del río se ve un poco turbia, y tiene un cierto olor a aguas residuales, en general se observa que es bajo el grado de contaminación, y solo se observan algunas descargas domiciliarias de aguas residuales sin tratar. Entre los principales impactos ambientales negativos que lograron observarse a lo largo de estos recorridos caben destacar los siguientes:

- **Descargas de aguas residuales.** - Una vez que la barranca de Chalchihuapan se interna dentro de la mancha urbana, se van integrando gradualmente descargas de aguas residuales domiciliarias y más adelante municipales, las cuales van aumentando su caudal cada vez más contaminado. De los recorridos de campo efectuados en el tramo señalado, se identificaron 24 descargas de diversos tamaños, cuya localización se muestra en la *Figura 21* y se relacionan a continuación en el Cuadro 12. Estas descargas de aguas residuales 5 son grandes, 5 medianas y 14 pequeñas (unifamiliares)*. Es notable constatar, como las propiedades más suntuosas se distinguen por la descarga de aguas servidas al lecho del río, sin que ninguna autoridad tome las medidas pertinentes.
- **Deslaves.** - Se observaron varios deslaves principalmente en las laderas de la barranca en la franja que va paralela a la calle de Pino, lo que ha provocado la caída de bardas de piedra y de malla ciclónica, rotura de tuberías, etc.
- **Bardas, represas, etc. que han sido arrastrados por la corriente de agua.**- A lo largo del río, se observaron diversas bardas, represas, y protecciones de piedra que han sido arrastradas por la corriente de agua en las avenidas máximas del río. Por otra parte, también es evidente el esfuerzo de algunos colindantes de la barranca por paliar la contaminación y preservar en alguna medida las condiciones ambientales del cauce principal; incluso, han construido pequeños pasajes rivereños que sugieren de forma incipiente, lo que sería el desarrollo de un proyecto turístico – ecológico similar o aún más amplio y natural que el Parque Chapultepec, considerando las numerosas cascadas y riqueza biótica que todavía persiste a lo largo de esta barranca.
- **Fosas sépticas e infiltración de aguas residuales al acuífero.** - Existe la posibilidad de que la mayoría de las fosas sépticas de las casas habitación que se ubican a los lados de la barranca, estén infiltrando aguas residuales al acuífero, dadas las características de permeabilidad del subsuelo y el tipo de roca que ahí se encuentran. Por lo que es recomendable gestionar con la CEAGUA, la CONAGUA y el SAPAC que se realice un muestreo para determinar cómo atender este problema y obligar a los dueños de dichos predios a construir o colocar plantas de tratamiento de aguas residuales o biodigestores domiciliarios.
- **Tomas de agua del río.** - A lo largo de los recorridos se observaron aproximadamente cada 100 metros, tomas de agua del río, con tubos PVC o algunos metálicos, e incluso algunos represas o desvíos de agua del río para conducirla a un depósito, desde donde se bombea el agua del río, muy posiblemente para usar el agua en el riego de áreas jardineadas.

Cuadro 12. Descargas identificadas dentro del cauce de la barranca Chalchihuapan. Pohle 2017

RELACIÓN DE DESCARGAS IDENTIFICADAS EN EL CAUCE DE LA BARRANCA CHALCHIHUAPAN						
Id	Tipo	Material	Diam. (cm)	Gasto aprox. (lps)	Clave predial	Observaciones
1	Colector	Cemento	91.00	25.00	18815	Descarga principal Sta. María Pte. y Rancho Cortes, MD
2	Atarjea	Cemento	20.00	0.00	19231	Línea marginal MI, colapsada
3	Colector doble	PVC	20.00	2.00	22103	Descarga doble MD

4	Colector	PDA	60.00	8.00	23766	Descarga MI, Casa blanca
5	Atarjea	Cemento	20.00	2.00	30192, 30542, 30516, 30743, 30915, 31061, 31195, 31532	Línea marginal MI, condominios El Amate y Mirlos
6	Colector	Cemento	20.00	3.00	31929	Descarga MD, Calle Priv. Los Reyes
7	Colector	PDA corrugado	60.00	5.00	32325	Descarga MI, Calle Tabachines
8	Atarjea	PVC	6.00	1.00	32325	Descarga domiciliaria, MI
9	Colector	Cemento	30.00	5.00	34312, 34346	Descarga MD, Calles Jazmines, Tulipanes, Fresno y Nísperos
10	Colector doble	Cemento	30.00	8.00	35710	Descargas MD, Priv. de Atzingo
11	Atarjea	PVC	6.00	0.50	35538	Descarga domiciliaria, MI
12	Colector doble	Cemento	36.00	30.00	s/n	Descarga Los Reyes, MD, Puente/Lavado autos
13	Atarjea	PVC	10.00	1.00	28738, 30419, 30620	Descarga domiciliaria, MD
14	Surgencia	N.R.	0.00	2.00	27415	Descarga domiciliaria, MI
15	Escurrimiento	N.R.	0.00	3.00	26094	Descarga domiciliaria, MD
16	Tren septico	Rotoplas	200.00	0.00	S/N	Pretratam. fraccionamiento, MD
17	Atarjea	PVC	20.00	3.00	17272	Descarga condominio, MD
18	Colector	Cemento	60.00	10.00	17114	Descarga Rancho Cortes, MI, Baldío
19	Colector marginal	Acero (encofrado)	60.00	5.00	16851	Descarga calle Pino, MD. Fracc. Calle Pino (túnel)
20	Atarjea	PVC	20.00	2.00	s/n	Descarga calle Pino, MI, puente peatonal calle Pino
21	Colector	Cemento	30.00	5.00	12470	Descarga Priv. Pino, MI
22	Cauce	Cauce	0.00	8.00	s/n	Descarga Asen. Irreg. MI
23	Colector	Cemento	60.00	20.00	10020	Descarga Sta. María, Puente Xala, Barranca San Pedro
24	Registro	Cauce	S.D.	S.D.	s/n	Descarga Hotel Aristos, Barranca Tepehuajes
SUMA:				149		

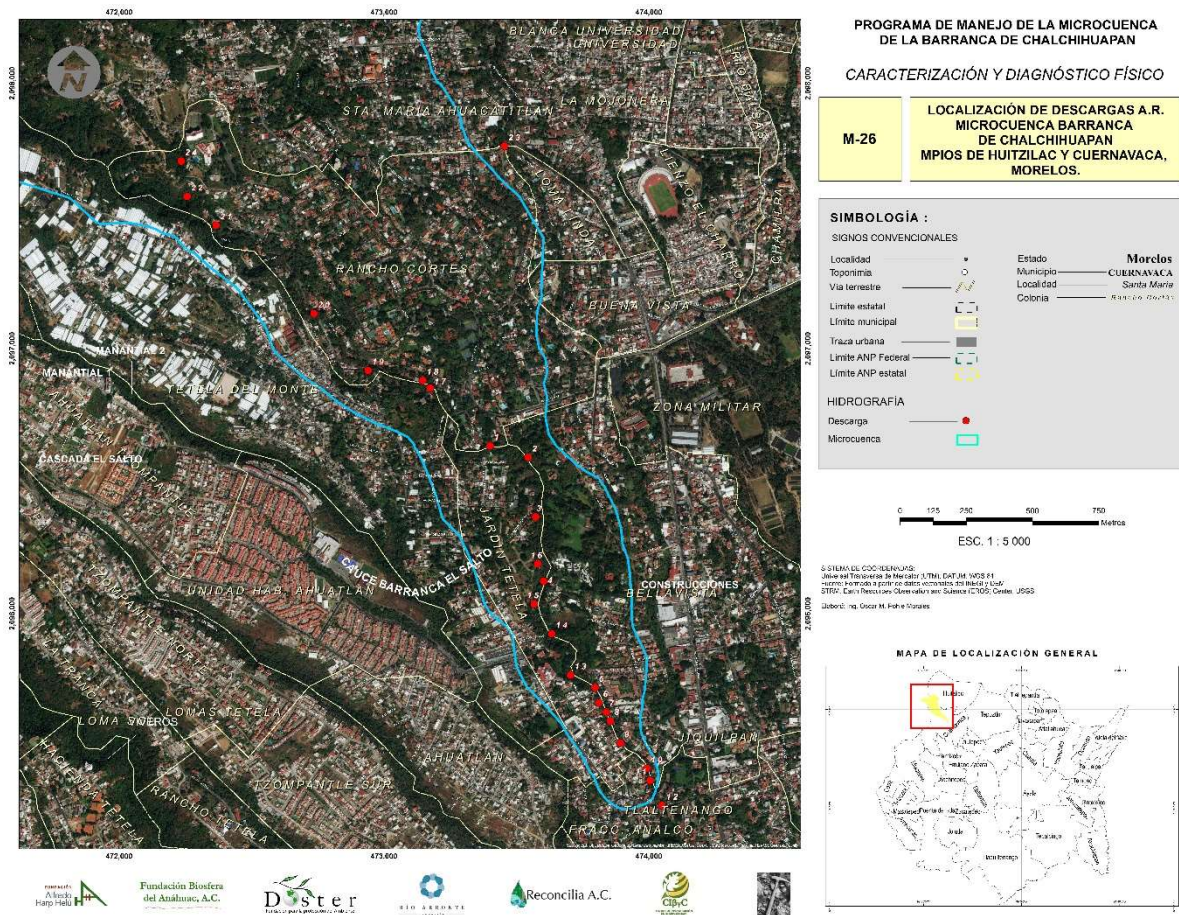


Figura 21. Localización de descargas de aguas residuales. Pohle 2017

De la tabla anterior, se tiene que el caudal de aguas residuales vertido a la barranca de Chalchihuapan en el área del estudio es de aproximadamente 129 l.p.s. (sin considerar la descarga de Santa María Ahuacatitlan en el puente Xala, que se encuentra fuera de la microcuenca).

Propuestas y acciones de saneamiento del agua

Como mencionamos anteriormente, en los últimos años se ha presentado un crecimiento hacia la parte norponiente del municipio de Cuernavaca, lo que ha llevado a la población a establecerse en zonas de riesgo cercanas a las barrancas, la reciente población y desarrollo sin planeación de la urbanización sobre las barrancas origina problemas de abasto de agua, disposición de basura y cobertura de servicios, ocasionando a su vez la contaminación de las mismas y la obstrucción de los pasos naturales de agua provocando eventualmente problemas de inundaciones. Las barrancas importantes cercanas a la zona de estudio de la barranca de Chalchihuapan son la Barranca Ahuatlán, Tzompantle, y San Pedro. La CEAGUA detecto en la barranca de Chalchihuapan un total de 17 descargas de aguas residuales; y se ha estimado que la tubería faltante sumaria unos 21.95 km (49% del total), para un gasto 53 lps de aguas residuales en el área de estudio (CEAGUA 2015).

En los años 2014-2016 se desarrolló por parte de la CEAGUA el “Proyecto Ejecutivo de Saneamiento de la Barranca de Chalchihuapan, Cuernavaca, Morelos” (CEAGUA 2015), mediante el cual se definieron alternativas para la construcción de atarjeas, subcolectores y colectores necesarios para sanear esta barranca mediante el estudio e identificación de las

principales descargas a este cuerpo de agua y para contribuir al saneamiento de esta. La longitud total de la tubería de alcantarillado sanitario en la microcuenca de la barranca Chalchihuapan sumaba en el año 2015 un total de 22.10 km, con diámetros de 20, 25, 30, 45 y 61 cm que representaban el 51% del total requerido (Figura 22).

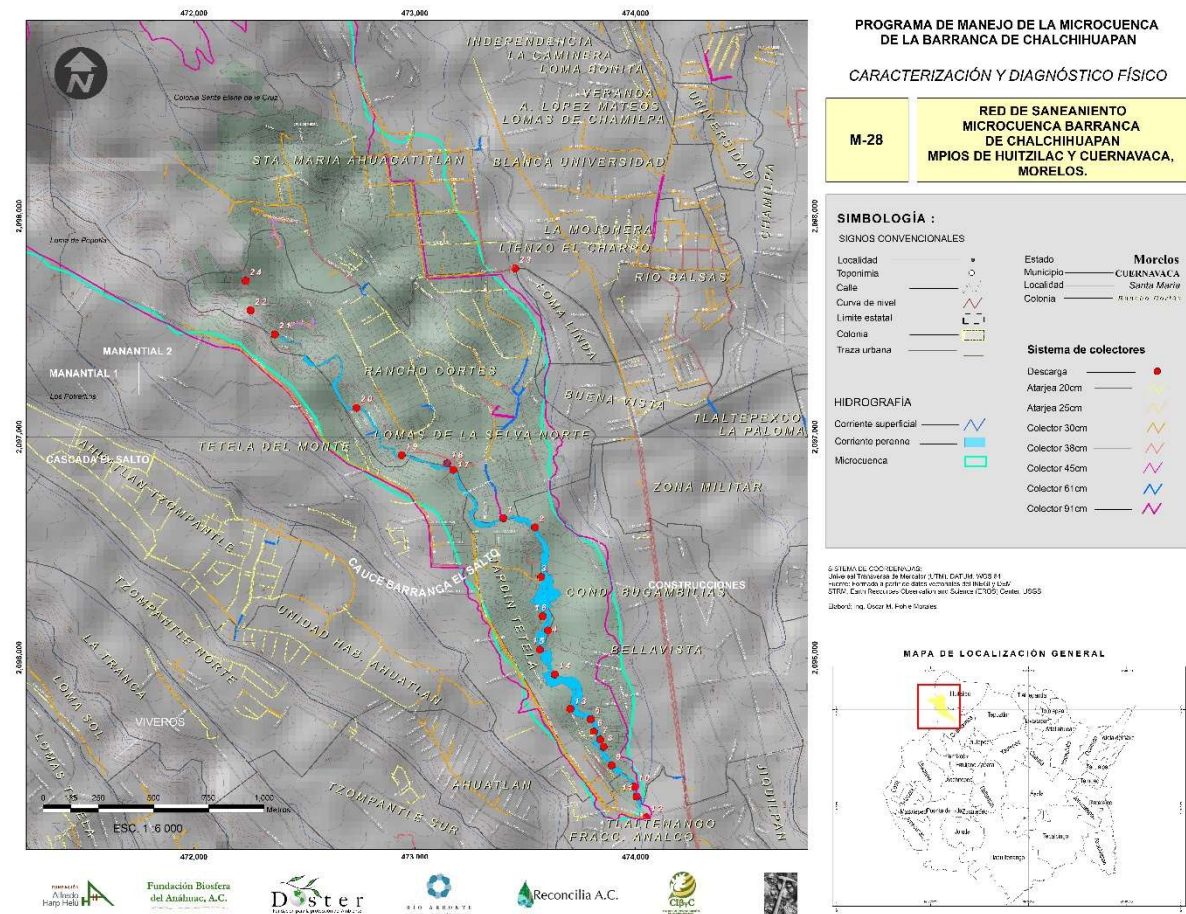


Figura 22. Red de captación de aguas residuales. Pohle 2017

Durante los años 2015 y 2016 la CEAGUA desarrollo el proyecto para captar el 47 % del agua residual generada en la microcuenca de Chalchihuapan orientando las descargas hacia un colector sobre la calle Francisco Villa hasta la Av. Heroico Colegio Militar, donde se incorporó a un colector existente que lleva el agua hasta la planta de tratamiento de aguas residuales de Acapatzingo. Se utilizó la capacidad de la PTAR existente de Ahuatlán que cuenta con 27 l/s de capacidad máxima. También se utilizó el colector existente en Av. Emiliano Zapata a la altura de la calle Cerritos. El resto se propuso tratar en 6 pequeñas plantas de tratamiento de aguas residuales dentro de la microcuenca. Esta alternativa contemplo la ampliación de la red de atarjeas y un incremento de dos zonas cercanas al área de estudio para ampliar la cobertura de saneamiento (CEAGUA 2015).

En general se considera que la barranca de Chalchihuapan no presenta actualmente importantes descargas de aguas residuales, la mayor parte son pequeñas descargas domiciliarias, y en menor proporción descargas que se podrían solucionar. Todas ellas están localizadas y cercanas a áreas o terrenos aledaños al cauce, donde se podrían ubicar pequeñas o medianas plantas de tratamiento sin la necesidad de construir colectores y tuberías a lo largo del cauce del río. Se considera que esta opción reduciría significativamente las inversiones que se planean para el saneamiento de la barranca, así como los impactos ambientales y los tiempos

para dar solución a esta problemática, además de que sería un proyecto ejemplar de opciones de solución a la problemática de contaminación de las barrancas de Cuernavaca, en lo cual además se pueden involucrar a los vecinos, asociaciones de colonos, OSC ambientalistas, pequeñas empresas, etc. en la búsqueda de alternativas de plantas de tratamiento tecnológica, económica y ambientalmente amigables, que con bajos costos de inversión y mantenimiento puedan funcionar para dar solución al tratamiento de aguas residuales, desde casas habitación, colonias o porciones de la barranca.

Por último, es importante destacar que en los recorridos que se hicieron sobre las barrancas de Chalchihuapan y San Pedro en los años 2014, 2015 y 2016, se había detectado una importante contaminación del agua de los ríos (turbidez, espuma y mal olor del agua del río), esto principalmente en la confluencia de ambos ríos a la altura de la Glorieta de Tlaltenango. Sin embargo, en un reciente recorrido y visita realizada en marzo de 2018 a dicha confluencia de los ríos (donde antes se concentraba la mayor contaminación de ambos afluentes), el agua ya no presentaba estas características de contaminación, siendo que en esta época de sequía es cuando más se acentúa. En base a lo presentado anteriormente, es recomendable realizar evaluaciones de la calidad del agua que presentan ambos afluentes. Asimismo se debe realizar un monitoreo del área para poder determinar si se eliminaron las principales descargas de aguas residuales hacia el río Chalchihuapan, debido a la construcción y funcionamiento de la tubería sanitaria realizada por la CEAGUA.

Generación de residuos sólidos urbanos

Uno de los problemas que impactan visiblemente a la microcuenca dentro del área urbana, es la disposición inadecuada de los residuos sólidos urbanos (RSU); principalmente dentro del cauce y laderas de la barranca, reflejando una actitud indiferente de una parte importante de la población que la rodea.

De los recorridos que se hicieron a lo largo del cauce del Río se observa basura, principalmente arrastrada por el agua del río, compuesta por botellas de plásticos, así como de bolsas de plástico y de ropa atoradas entre las ramas de los árboles o en las partes altas del cauce, hasta donde llegan durante las avenidas máximas. Solo se observaron dos tiraderos de basura al margen de la barranca. En cuanto a la generación per-cápita de RSU, se estimó en un promedio de 1.2 kilogramos por habitante por día (kg/hab/día), por lo que actualmente se generan aproximadamente 12.4 toneladas diarias de RSU dentro de la microcuenca Barranca de Chalchihuapan, de las cuales se estima que es factible reducir esta cantidad en un 61% mediante su manejo adecuado.

ZONIFICACIÓN Y MANEJO DE LA MICROCUENCA

Criterios de zonificación

En este apartado se han considerado en primer término, los atributos físicos que caracterizan el territorio comprendido dentro de la subunidad hidrográfica de la MBCh, definidos por su relieve, clima, hidrología, geología y recursos ambientales asociados; ya que de estos depende el uso y aprovechamiento territorial de su población; lo cual a su vez, repercute aguas abajo en el sistema hidrológico que integra el río Apatlaco, la subcuenca más contaminada del estado de Morelos.

Zonificación de peligros geológicos. - El peligro geológico puede definirse como la posibilidad de ocurrencia de un fenómeno geológico que produzca daños a personas, bienes,

infraestructura o ambiente; y se encuentra asociado al movimiento de masas generado por la interacción de la gravedad, la erosión, condiciones geológicas y movimientos sísmicos. En la Figura 23 se distinguen cinco categorías de peligro geológico, según el grado de inestabilidad que se tiene en función de la pendiente y condición geológica del terreno, siendo éstas:

- 1) Inestabilidad muy baja o ausente (0 – 3 grados). Zonas planas a ligeramente inclinadas. Inestabilidad baja (3 – 12 grados). Se encuentra presente en superficies cumbreles de borde redondeado y parte alta de lomeríos interfluviales tendidos (Glacis), cima de mesetas y domos volcánicos.
- 2) Inestabilidad media (12 – 30 grados).
- 3) Inestabilidad alta (30 – 45 grados). Condición que se presenta en laderas de montaña, piedemontes, frentes de lava fracturados y laderas de valles encajados que forman las barrancas, entre otras.
- 4) Inestabilidad muy alta (> 45 grados). Zonas donde se encuentran laderas montañosas empinadas, paredes de frentes de lava, valles encajados y escarpes de barrancas.

En resumen, pueden establecerse los criterios mostrados a continuación en el Cuadro 13

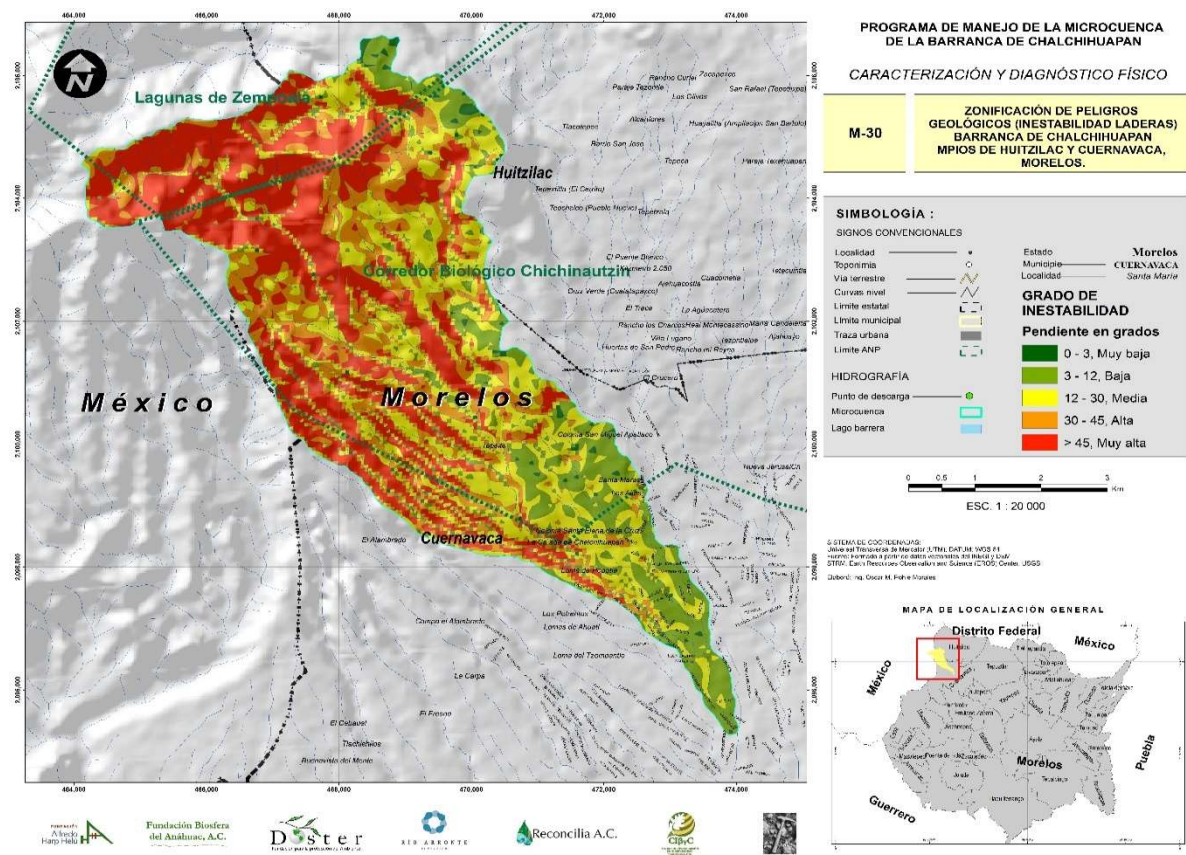


Figura 23.- Zonificación de peligros geológicos de la MBCh (Pohle 2017)

Cuadro 13. Criterios generales para la zonificación de peligros geológicos en la microcuenca Barranca de Chalchihuapan. Pohle 2017

Riesgo de inestabilidad de laderas	Característica	Recomendaciones
Muy bajo	Áreas estables, muy baja pendiente	Se debe considerar la presencia de zonas adyacentes con riesgo medio a muy alto. Apto para usos urbanos
Bajo	Zonas estables que requieren medidas correctivas menores. Se	Igual anterior.

	recomienda especial atención en terrenos con rellenos mal compactados.	
Medio	Sectores que requieren obras de ingeniería, como: movimientos de tierra, estructuras de retención, manejo de aguas superficiales y subterráneas, etc.	No se debe permitir la construcción de infraestructura sin la realización de estudios geotécnicos y de mejora para acondicionamiento del sitio. Recomendable para usos urbanos de baja densidad.
Alto	Evidencias de inestabilidad y alta probabilidad de deslizamiento por lluvias de alta intensidad	En caso de no poderse asegurar la estabilidad del terreno, debe destinarse como área de protección.
Muy alto a Extremadamente alto	Zonas muy inestables por existir fuertes pendientes y alta probabilidad de deslizamientos en caso de lluvias intensas, la ocurrencia de sismos o vibración ocasionada por explosivos y operación de maquinaria pesada.	Prohibido su uso para fines urbanos, sólo debe destinarse como área de protección

Finalmente, en el Cuadro 14 y su gráfica asociada (Figura 24), se presenta la distribución de cada categoría de peligro geológico, la superficie que abarca y su porcentaje correspondiente.

Cuadro 14. Pohle 2017

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y PORCENTUAL DEL PELIGRO GEOLÓGICO EN LA MICROCUENCA			
Pendiente (grados)	Inestabilidad	Sup (ha)	% Territorio
0 -3	Muy baja	739.23	19.79%
3 - 12	Baja	36.02	0.96%
12 - 30	Media	2,278.28	61.00%
30 -45	Alta	664.16	17.78%
> 45	Muy alta	16.93	0.45%
Suma:		3,734.62	100.00%

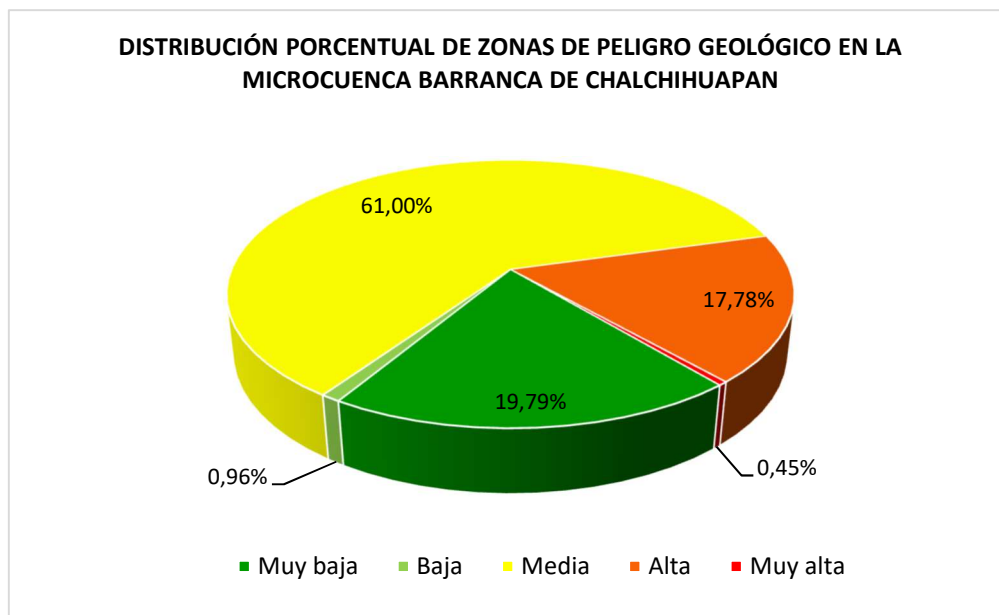


Figura 24. Pohle 2017

Zonificación ambiental

Áreas naturales protegidas

A la fecha existen tres decretos de carácter federal y uno estatal (Figura 25), que incluyen en conjunto la mayor parte del área de la microcuenca (88%) dentro de un esquema de conservación y protección, siendo éstos:

- 1) Decreto mediante el cual se establece la creación del Parque Nacional Lagunas de Zempoala; DOF, 05/04/1936, y Decreto que modifica los linderos del Parque DOF 19/05/1947
- 2) Decreto que determina la instauración de la Zona Protectora Forestal de la Ciudad de Cuernavaca; DOF, 17/11/1937.
- 3) Decreto publicado en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del estado de México, el 8 de enero de 1980; el cual establece la creación de él Parque Ecológico, Turístico – Recreativo, Otomí – Mexica, Zempoala – La Bufo.
- 4) Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación, mediante el cual se determina el área de protección de la flora y fauna, denominado: Corredor Biológicos Chichinautzin.

Como puede observarse, él Corredor Biológico Chichinautzin, ocupa el mayor porcentaje de superficie de la microcuenca (60%); la cual, actualmente recibe una fuerte presión por los asentamientos irregulares que origina el crecimiento urbano de la zona norte de Cuernavaca, tomando como ejes principales para su expansión, la zona periurbana de Santa María Ahuacatitlan, la Carretera Federal México – Cuernavaca y la Carretera Estatal Cuernavaca – Huitzilac.

Le sigue en extensión la porción sureste del Parque Nacional Lagunas de Zempoala, con el 16%; cuya topografía agreste impide el emplazamiento de asentamientos humanos. Sin embargo, es una zona expuesta a la tala clandestina y desmontes con fines agrícolas por parte de comuneros de Huitzilac; y es también considerada de alto riesgo para actividades ecoturísticas, debido a la presencia de asaltantes provenientes de la misma población y localidades cercanas del estado de México. Esto último, ha inhibido drásticamente la afluencia turística que antaño solía visitar las hermosas lagunas y bellos parajes del Parque, repercutiendo

en la economía de la región y consecuentemente, ha originado condiciones de pobreza en sus habitantes.

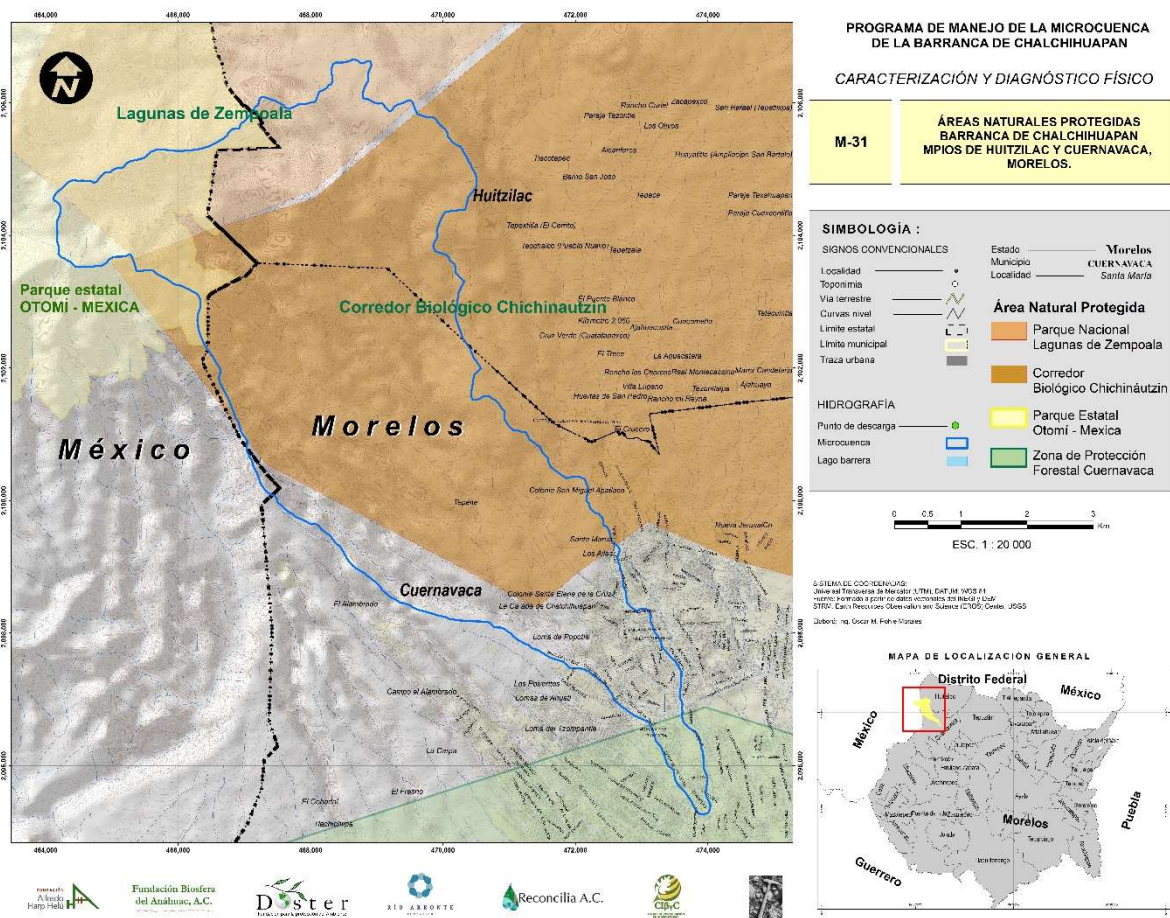


Figura 25. Áreas naturales protegidas que se encuentran dentro de la MBCh. RECONCILIA 2017

En el tercer sitio por su extensión (10%), se encuentra una pequeña parte del Parque Estatal Otomí - Mexica, el cual ocupa la parte más inaccesible de la microcuenca, formada por la cabecera hidrográfica de la MBCh; y por lo tanto, se encuentra prácticamente libre de perturbación humana.

Finalmente, partiendo de la calle Francisco Villa del Fraccionamiento Rancho Cortés, en el extremo sur de la microcuenca se interna dentro de una pequeña parte del territorio delimitado como Zona de Protección Forestal de Cuernavaca (Figura 26), la cual ha sido asimilada a la zona urbana de la ciudad, sin que se haya respetado en lo esencial el decreto que aún sigue vigente.

En el Cuadro 14, y la Figura 27, se muestra la zonificación territorial descrita en los párrafos antecedentes.

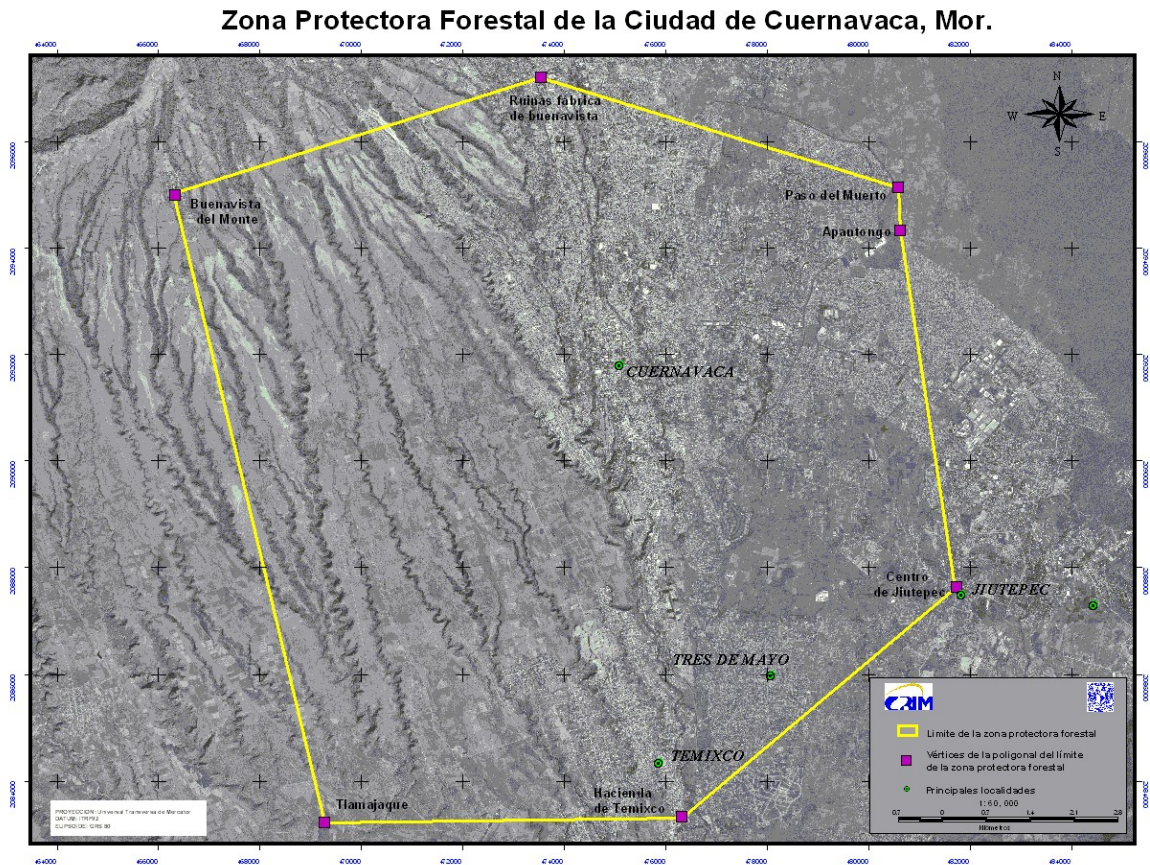


Figura 26. ANP Zona Protectora Forestal de Cuernavaca

Cuadro 14.- Distribución de uso del suelo considerando ANPs decretadas y uso actual (2017) en la microcuenca barranca de Chalchihuapan. Pohle 2017

uso	ORDENAMIENTO	Sup (ha)	%
Perpetua conservación de la flora y fauna regional	Parque Nacional Lagunas de Zempoala, Decreto: DOF, 5/04/1936, modif. 19/05/1947	606.87	16%
Zona de protección forestal	Zona Protectora Forestal de la ciudad de Cuernavaca. Decreto: DOF, 17/11/1937	67.13	2%
Parque Ecológico, Turístico y Recreativo	Parque Ecológico, Turístico Recreativo Otomí - Mexica, Zempoala - La Bufa. Decreto: Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Edo.de México, 08/01/1980	386.54	10%
Área de protección de la flora y fauna silvestres	Corredor Biológico Chichinautzin, Decreto: DOF del 30/11/1988.	2,249.09	60%
Área urbana y periurbana (2017)		259.53	7%
Asentamientos irregulares (2017)		56.37	2%
Cultivos (2017)		108.65	3%
SUMA:		3,734.18	100%

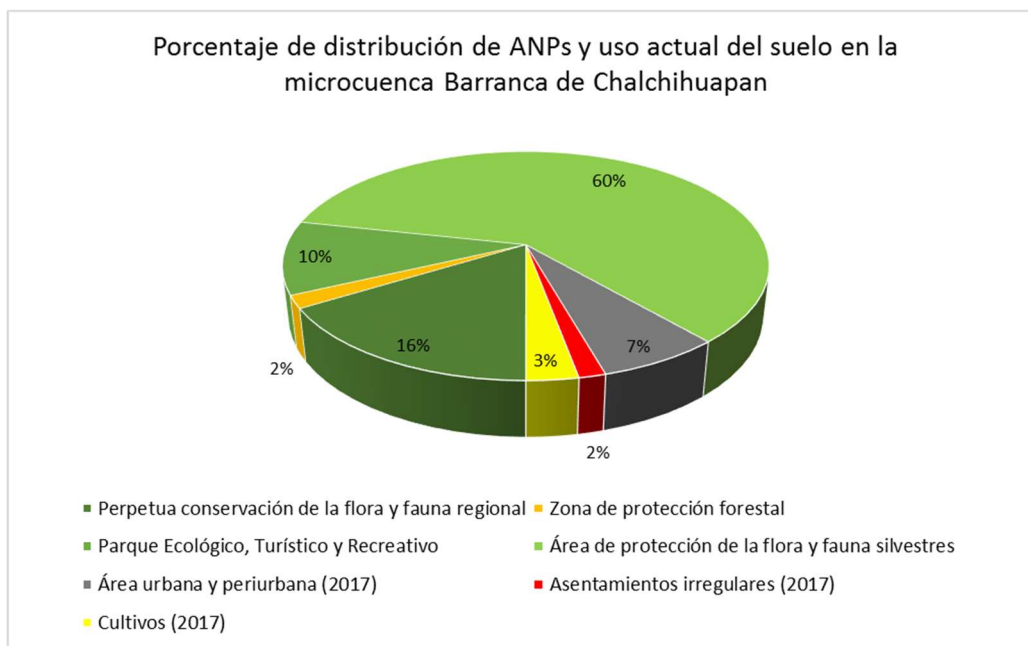


Figura 27. Distribución territorial de ANPs y uso actual del suelo MBCh. Reconcilia 2017

Inconsistencias legales de algunos instrumentos de regulación de uso del suelo

El caso del ANP de competencia municipal

La Barranca de Chalchihuapan ha sido nominalmente incluida dentro del ANP Barrancas Urbanas de Cuernavaca (ANPBUC), establecida en enero de 2015 por Acuerdo del Cabildo de Cuernavaca, que menciona lo siguiente:

“AYUNTAMIENTO DE CUERNAVACA MORELOS, CUERNAVACA MOR. A 14 DE JULIO DEL 2014. ACUERDO DE CABILDO Y REGLAMENTO ADMINISTRATIVO PARA LA CREACIÓN Y MANEJO DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA DENOMINADA PARQUE URBANO BARRANCAS DE CUERNAVACA. DESCRIPCIÓN DE LAS BARRANCAS QUE CONFORMAN EL ÁREA NATURAL PROTEGIDA BARRANCAS URBANAS “

“**CHALCHIHUAPAN.**- Punto de partida en la unión con la barranca los Aguacates en el poblado de Santa María Ahuacatitlan con punto final hasta su unión con la barranca Atzingo a un costado de la calzada de los Actores colonia San Antón, con coordenadas 18°58'25.25"N- 99°16'9.74"O. La barranca Chalchihuapan tiene una longitud de 1.06 km, se encuentra en las tierras ejidales de los poblados de Tétela del Monte y Santa María Ahuacatitlan. Nace en la comunidad del mismo nombre y termina en la intersección con la barranca de San Pedro”.

Al respecto es importante considerar que hay un error en cuanto a la descripción de la ubicación de la Barranca Chalchihuapan, tanto en el texto anterior del Acuerdo de Cabildo, como en el Plano oficial correspondiente, y que va anexo a dicho Acuerdo (ver Figura 28), ya que ubica a la Barranca de Chalchihuapan entre las Barrancas de Atzingo al poniente y la barranca de Tzmpantle al oriente, que es donde se ubica la Barranca de los Guayabos o Coyuca. Como se vera hubo un error al respecto ya que la barranca de Chalchihuapan se ubica entre las barrancas de Ahuatlan al oeste y la de San Pedro al este, tal y como se estableció en los estudios técnicos justificativos elaborados en el 2013 por el CIB-UAEM (Ver Figura 29) y que fueron

oficialmente entregados al Ayuntamiento de Cuernavaca y al Fondo Metropolitano de Cuernavaca por la UAEM.

Debido a este error la barranca de Chalchihuapan no forma parte del ANPBUC, y por tanto es un asunto relevante que debe ser subsanado haciendo las correcciones necesarias al Acuerdo de Cabildo y al Plano oficial del ANPBUC correspondiente, y el cual debe ser nuevamente inscrito en el registro público de la propiedad para los efectos legales correspondientes, y que puedan proceder las disposiciones correspondientes respecto a la obligatoriedad de presentar la manifestación de impacto ambiental (MIA) para proyectos de obras en la barranca, y la prohibición de asentamientos humanos y casas habitación dentro del ANPBUC.

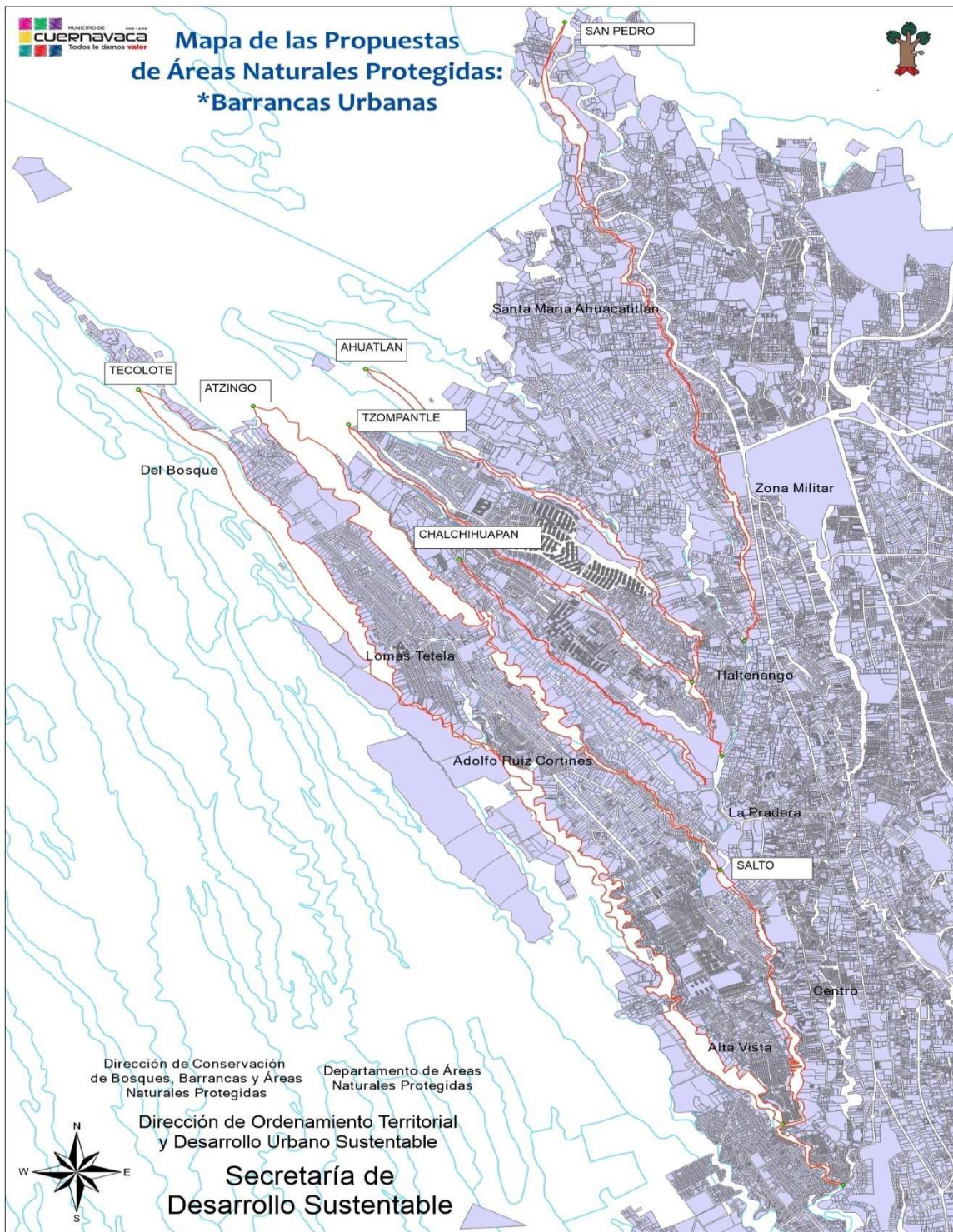


Figura 28.- ANPBUC establecida por el Ayuntamiento de Cuernavaca, y la supuesta ubicación de la Barranca de Chalchihuapan

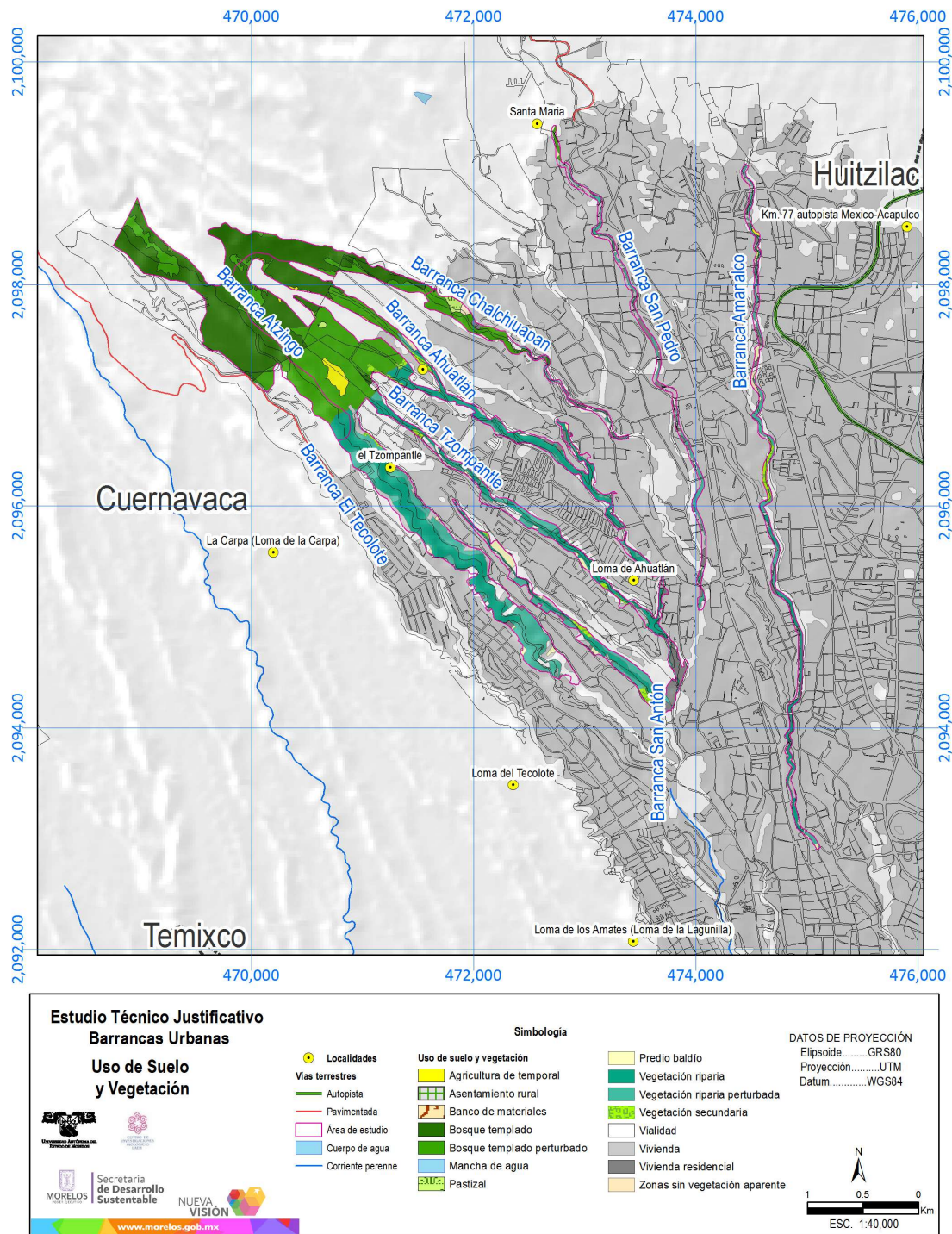


Figura 29.- Propuesta de ANPBUC (Fuente CIB UAEM 2013)

Ordenamientos ecológicos territoriales

Con base en la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos, se define el ordenamiento ecológico como el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos.

Mediante decreto publicado en el Periódico Oficial “Tierra y Libertad”, órgano del Gobierno del Estado libre y soberano de Morelos, con fecha 1 de mayo de 2009, fue promulgado el

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Cuernavaca (POETMUC, Figura 30), el cual consideró entre sus objetivos:

- Caracterizar y analizar los patrones de ocupación del territorio
- Elaborar un diagnóstico temático de los diferentes elementos naturales, sociales y económicos que conforman la ocupación espacial del territorio y el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales del municipio.
- Contribuir a la construcción de índices e indicadores para la evaluación de los efectos de las actividades sectoriales del municipio, bajo los lineamientos de aptitud de uso del suelo.
- Elaborar un modelo de ordenamiento ecológico del territorio para el municipio.

Es importante mencionar que el POETMUC no considera la disponibilidad real del agua en la zona poniente, ni los efectos del cambio climático a mediano y largo plazo en los criterios para definir el uso del suelo. Sin embargo, en términos generales se considera adecuada la delimitación las unidades de gestión ambiental (UGA's) determinadas dentro de la microcuenca de Chalchihuapan, mismas que contemplan cuatro políticas ambientales, siendo estas:

- a) Protección. Enfocada a la integración de áreas naturales susceptibles de integrarse al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) o a sistemas equivalentes en los ámbitos estatal y municipal.
- b) Conservación. Dirigida a zonas o áreas naturales cuyos usos actuales o propuestos no interfieren con su función ecológica relevante y su inclusión en los sistemas de áreas naturales en el ámbito estatal y municipal es opcional.
- c) Restauración. Enfocada hacia las áreas que muestran un proceso de deterioro ambiental acelerado y en las cuales, es necesaria la realización de diversas actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.
- d) Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Asignada para las áreas que, por sus características, son apropiadas para el uso y manejo de los recursos naturales, de manera que resulten eficientes, socialmente útiles y no impacten negativamente al medio ambiente.

De acuerdo con lo anterior, se establecieron una serie de lineamientos, usos y criterios para determinar un total de 199 UGA's, de las cuales, 21 se encuentran dentro de la MBCh (Cuadro 16), cuya distribución espacial se muestra en la *Figura 31*.

Al comparar la zonificación anterior, con la delimitación de peligros geológicos y ANP's (ver *Figura 32*), se observa que coinciden en gran medida, salvo algunas discrepancias, que pueden obedecer a la escala de trabajo; particularmente, en las zonas urbana y semiurbana. De cualquier forma, es necesario detallar las características de cada UGA urbana y semiurbana a una escala más grande (p.ej. 1: 5, 000), para definir claramente las zonas de peligro geológico, ajustar la zona federal en las barrancas, consolidar las políticas de uso a que están sujetas; y corregir y detener la progresiva invasión de las zonas que han sido determinadas para su protección, conservación y restauración.

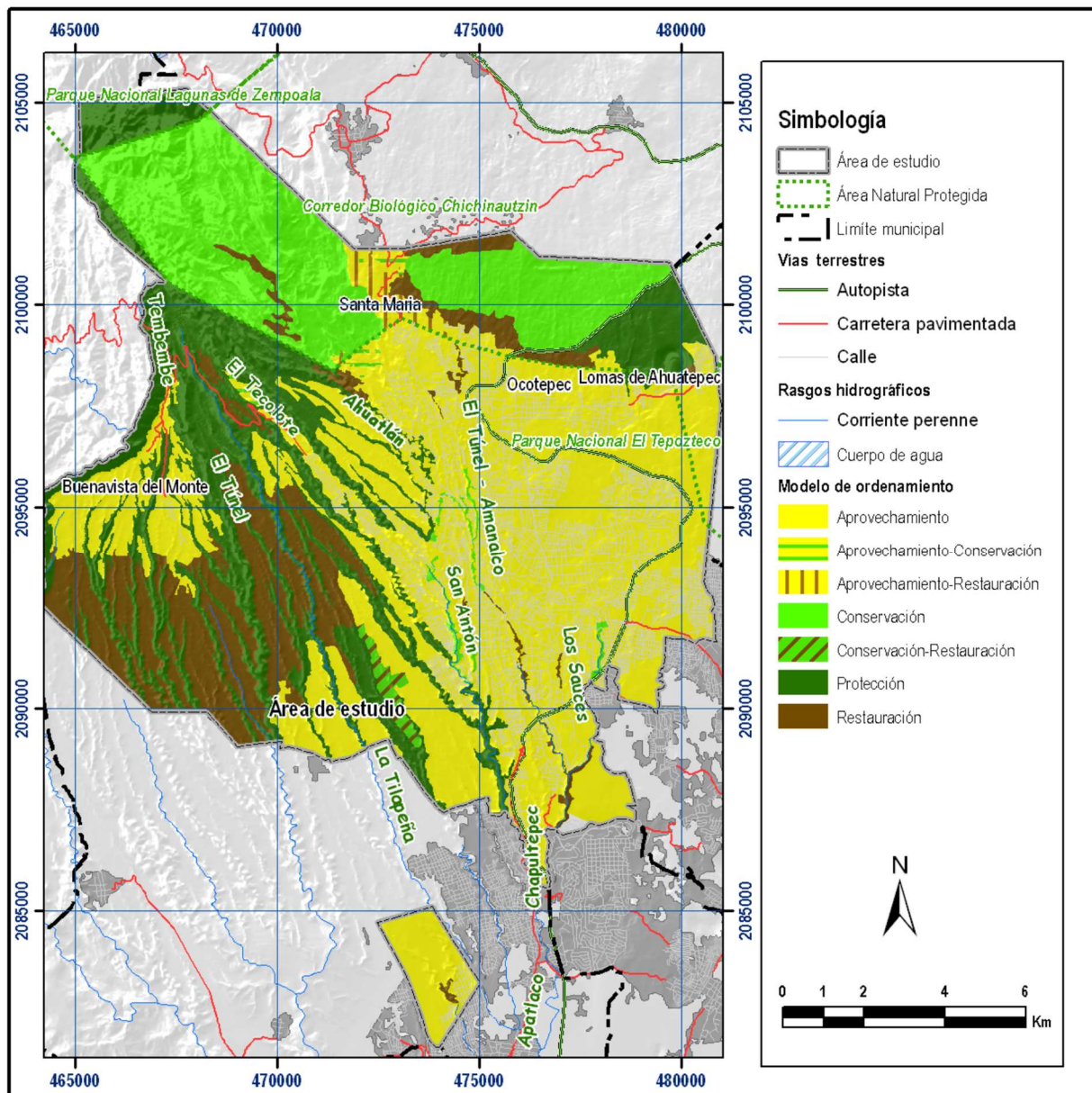


Figura 30.- POET del Municipio de Cuernavaca, (POTL 2009)

Cuadro 16. Zonificación y políticas de UGAs en la microcuenca.

UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL Y POLÍTICAS DE USO (POETMUC) EN LA MICROCUENCA BARRANCA DE CHALCHIHUAPAN				
No.	Grupo	UGA	Sup. (ha)	Política
1	RBo	UGA 2	2,005.1300	Protección
2		UGA 3	3.1512	Protección
3		UGA 7	66.7839	Conservación
4		UGA 14	57.4243	Protección
5		UGA 15	208.7770	Protección
6		UGA 33	5.5862	Protección
7	RBop	UGA 1	333.0600	Protección
8		UGA 12	20.0471	Restauración
9		UGA 13	0.6145	Protección
10		UGA 37	18.2540	Restauración

11		UGA 53	0.0259	Restauración
12		UGA 54	7.9276	Restauración
13	SH	UGA 52	17.9009	Aprovechamiento
14		UGA 61	13.2861	Aprovechamiento
15	SHBop	UGA 21	38.6446	Aprovechamiento-Restauración
16	UB	UGA 45	8.7046	Conservación
17	UBp	UGA 59	34.2843	Protección
18	UH	UGA 17	203.6180	Aprovechamiento
19		UGA 60	2.6620	Aprovechamiento
20		UGA 71	21.0562	Aprovechamiento
21		UGA 77	27.3729	Aprovechamiento
SUMA:			3,094.3113	

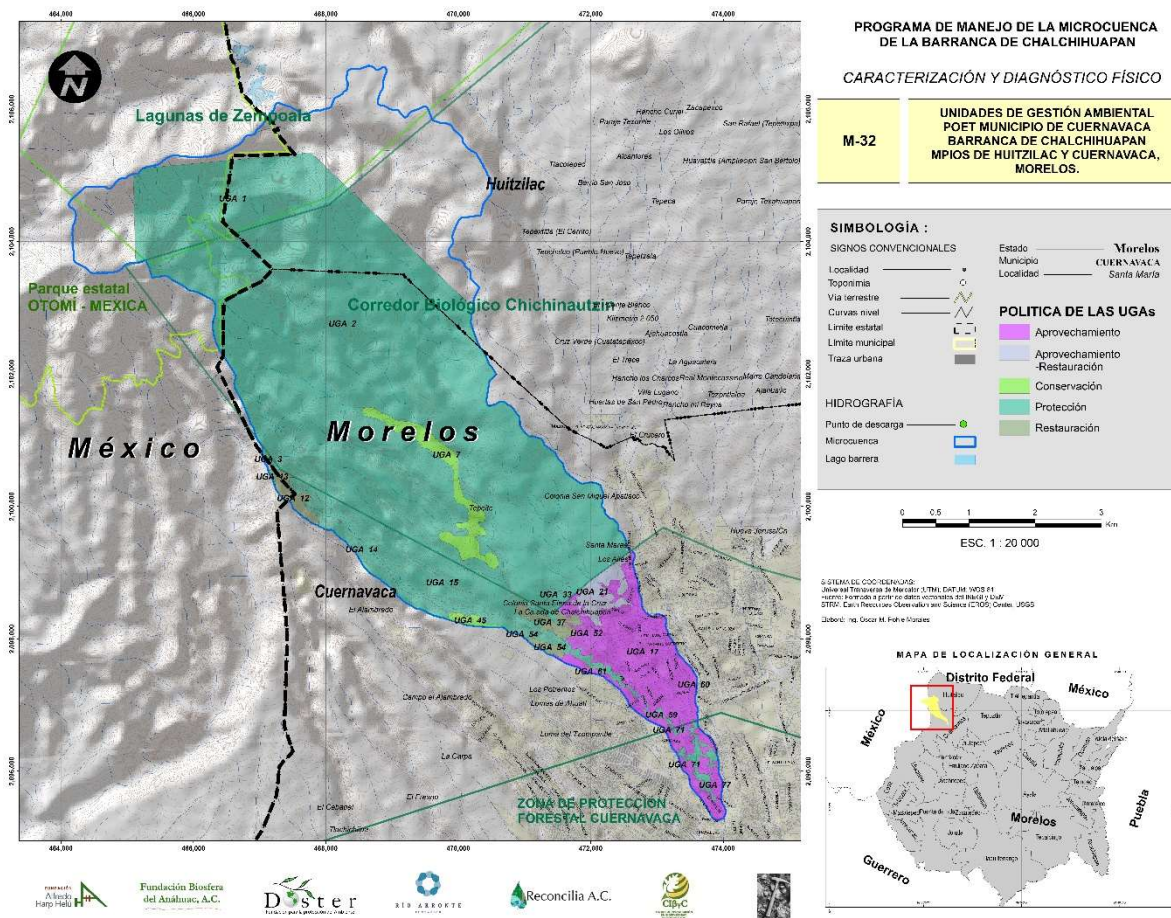


Figura 31. Zonificación de la microcuenca, según políticas de UGAs definidas en el POET del municipio de Cuernavaca. Pohle 2017.

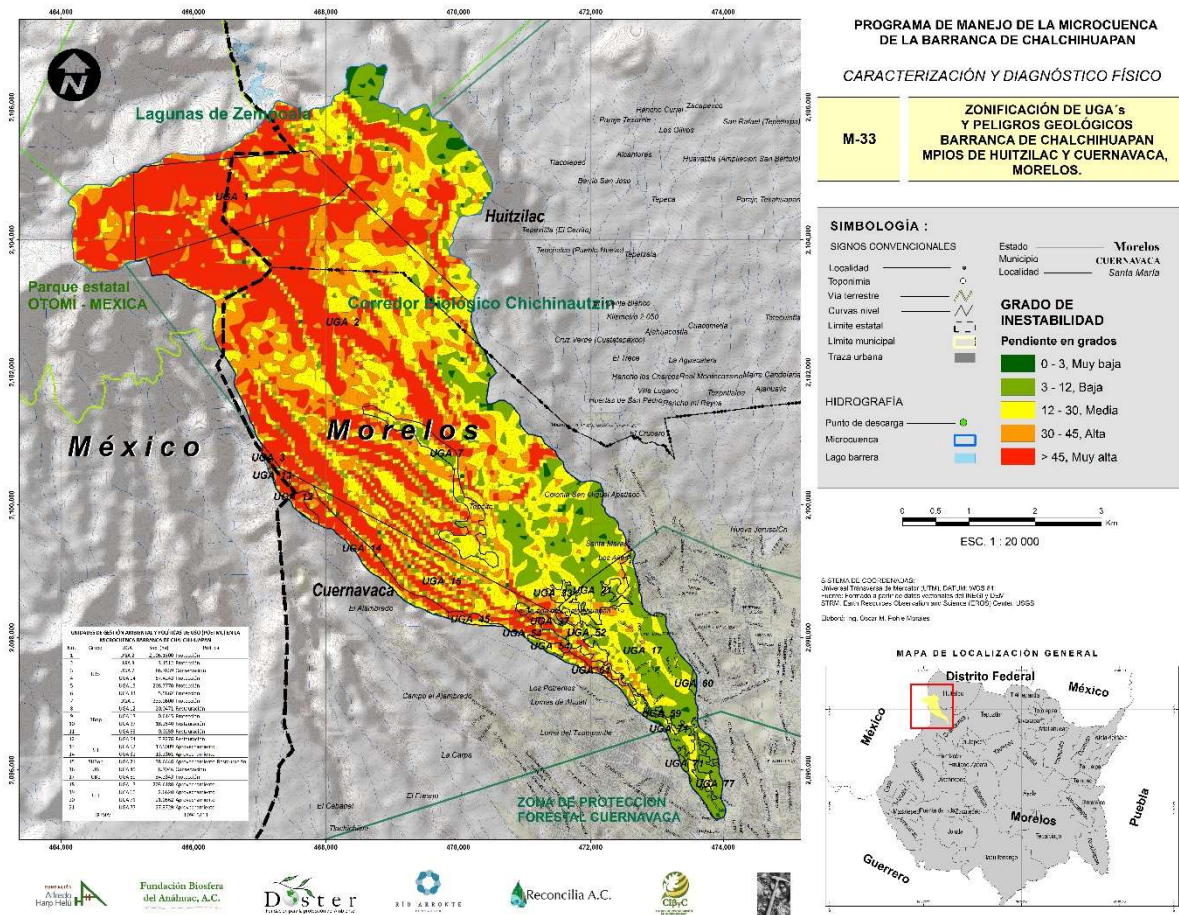


Figura 32. Sobreposición de zonificación de UGA's y peligros geológicos (Pohle 2017)

El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Morelos (POEREM), establece a las barrancas de Cuernavaca como una Unidad de Gestión Ambiental, la UGA 53: BARRANCAS, con un área de 4,693.8 hectáreas, y para la cual se establecen los lineamientos siguientes: Preservar los ecosistemas de bosque templado y ecosistemas asociados a barrancas recuperando las zonas de bosque degradado (POTL 2014).

MARCO SOCIAL

Población

De acuerdo con los Censos y Conteos de Población y Vivienda efectuados por el INEGI desde 1990 a 2010, la ciudad de Cuernavaca ha incrementado su población en un 21% en dicho periodo, con una tasa de crecimiento media anual del 1.52%, pasando de 279 mil habitantes a 338 mil, es decir un incremento de 59 mil habitantes. La tasa de crecimiento anual se estima en 1.0097%, por lo que se estima que para el año 2035 se tenga una población de 430,000 personas.

Para el caso de la MBCh, aplicando técnicas geomáticas, se determinaron las densidades de población en cada AGEB (Unidad geoestadística básica de acuerdo con el INEGI) intersectada o incluida dentro de la microcuenca (Figura 33), para posteriormente, recalcular el número de habitantes exclusivamente dentro de dicho polígono según la densidad estimada para cada AGEB (Cuadro 17). A continuación, y de acuerdo con la tasa de crecimiento previamente estimada (1.0097%), se calculó la proyección de la población para el área de estudio y ambas márgenes de la Barranca de Chalchihuapan (Cuadro 18).

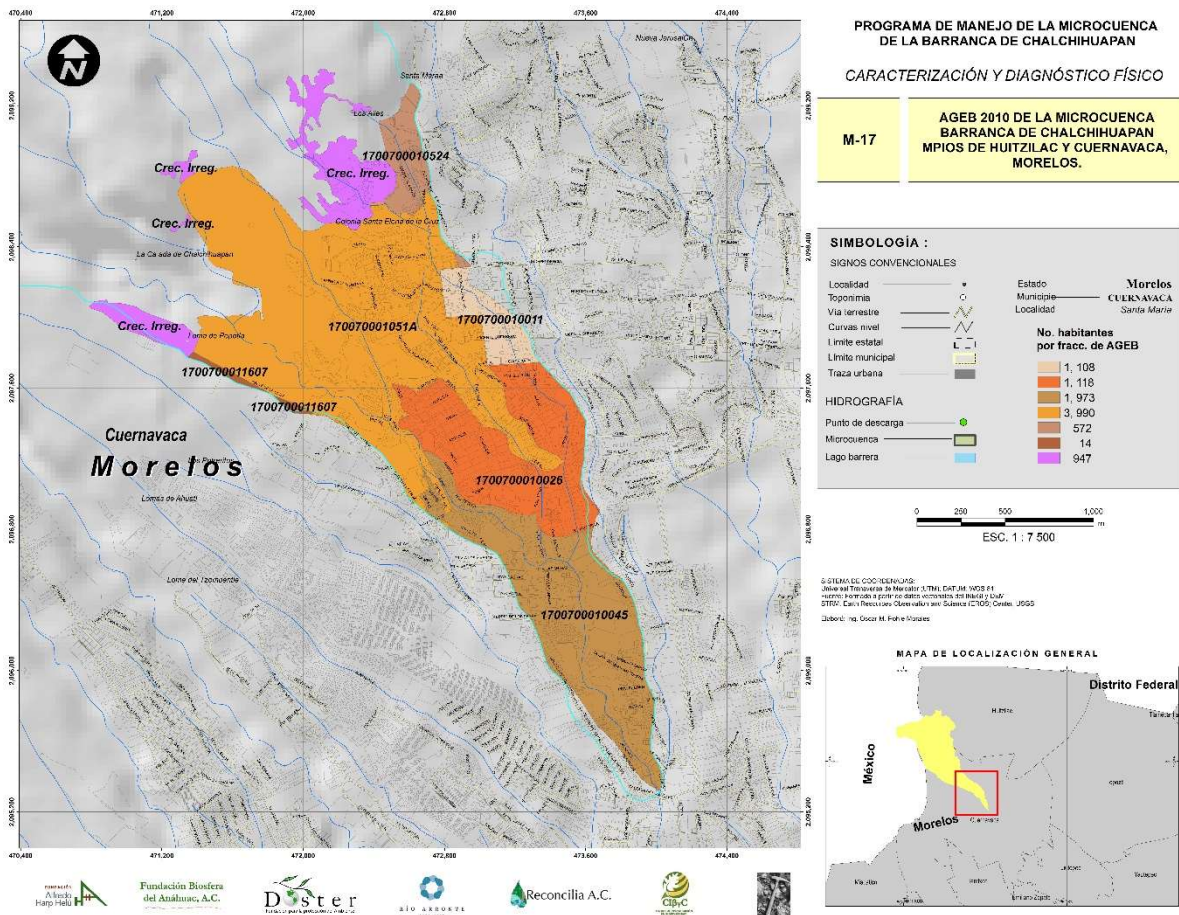


Figura 33. Fracciones de Unidades geoestadísticas básicas que comprende la MBCh. Pohle 2017

Cuadro 17. Número de habitantes por fracción de Unidades geoestadísticas básicas y márgenes de la barranca de Chalchihuapan en 2010. Pohle 2017

CÁLCULO DEL NO. DE HABITANTES POR FRACC. AGEB Y MARGEN, MICROCUENCA BARRANCA DE CHALCHIHUAPAN								
AGEB	Sup_AGEB	Hab/ha	Sup/Fracc /AGEB	Hab/Fracc /AGEB	Sup. Márgenes (ha)		Hab /Márgenes	
					Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
170070001051A	226.86	22.45	177.71	3,990	29.53	148.17	663	3,327
1700700010011	69.28	82.26	13.46	1,108		13.46	0	1,108
1700700010026	86.86	18.54	60.29	1,118		60.29	0	1,118
1700700010045	159.26	25.13	78.50	1,973	35.12	43.38	883	1,090
1700700011607	20.90	6.22	2.23	14	2.23		14	0
1700700010524	126.76	43.06	13.27	572		13.27	0	572
Crec. Irregular			30.3098	997		30.31		997
SUMA/PROMEDIO	689.92	32.94	375.78	9,771.17	66.89	308.89	1,560	8,211

Cuadro 18. Proyección 2010 – 2035 de la población según proyección estimada de 1.0097%

CÁLCULO DE PROYECCIÓN 2010 - 2035 EN MICROCUENCA BARRANCA DE CHALCHIHUAPAN, SEGÚN PROYECCIÓN DE CRECIMIENTO DEL MUNICIPIO DE CUERNAVACA				
AÑO	POBLACIÓN CUERNAVACA	POBLACIÓN ZONA DE ESTUDIO BARRANCA CHALCHIHUAPAN		
	(HAB)	MARGEN DER.	MARGEN IZQ.	TOTAL
2010	338,650	1,560	8,211	9,771
2011	341,935	1,575	8,291	9,866
2012	345,252	1,590	8,371	9,961
2013	348,602	1,605	8,452	10,057
2014	351,983	1,621	8,534	10,155
2015	355,398	1,637	8,617	10,254
2016	358,846	1,653	8,701	10,354
2017	362,327	1,669	8,785	10,454
2018	365,842	1,685	8,870	10,555
2019	369,391	1,701	8,956	10,657
2020	372,974	1,718	9,043	10,761
2021	376,593	1,735	9,131	10,866
2022	380,246	1,752	9,220	10,972
2023	383,935	1,769	9,309	11,078
2024	387,659	1,786	9,399	11,185
2025	391,420	1,803	9,490	11,293
2026	395,217	1,820	9,582	11,402
2027	399,051	1,838	9,675	11,513
2028	402,922	1,856	9,769	11,625
2029	406,831	1,874	9,864	11,738
2030	410,778	1,892	9,960	11,852
2031	414,763	1,910	10,057	11,967
2032	418,786	1,929	10,155	12,084
2033	422,849	1,948	10,254	12,202
2034	426,951	1,967	10,353	12,320
2035	431,093	1,986	10,453	12,439

Pohle 2017

Del Cuadro anterior, se tiene que para el año 2017, la población en la microcuenca asciende a 10,454 habitantes, aproximadamente; y para el año 2035, llegaría a 12,439 habitantes, es decir, crecerá un 27% más. Cabe mencionar que la CEAGUA, en el año 2015, estimó bajo una metodología similar la proyección de la población ubicada en la misma área (Cuadro 19, Figura 34), con la diferencia de calcularla en base al promedio general de las AGEBS; lo cual incrementa en 15% el número de habitantes en 2010 para llegar a 13,345 en 2035. En todo caso, la diferencia entre uno y otro cálculo es del 6.8%, lo cual no representa una discrepancia muy significativa.

Cuadro 19. Análisis densidades 2010 por AGEBS (CEAGUA 2015)

Clave Geoestadística	Población (hab)	Superficie (ha)	Densidad (hab/km2)
1700100010524	5458	127.26	42.89
170010001051A	5094	227.74	22.37
1700100010011	5699	69.54	81.95
1700100010026	1610	87.19	18.46

1700100010045	4003	159.87	25.04
		Promedio	32.55

Fuente: Proyecto de Saneamiento de la Barranca Chalchihuapan. CEAGUA 2015

Se registra un total de 3,981 viviendas particulares habitadas en la microcuenca, lo que representa 2.68 habitantes por vivienda habitada. La población económicamente activa es de 43.24%, lo que representa a 4,630 personas. La zona urbana va creciendo de sur a norte sobre las cimas de laderas en la MBCh.

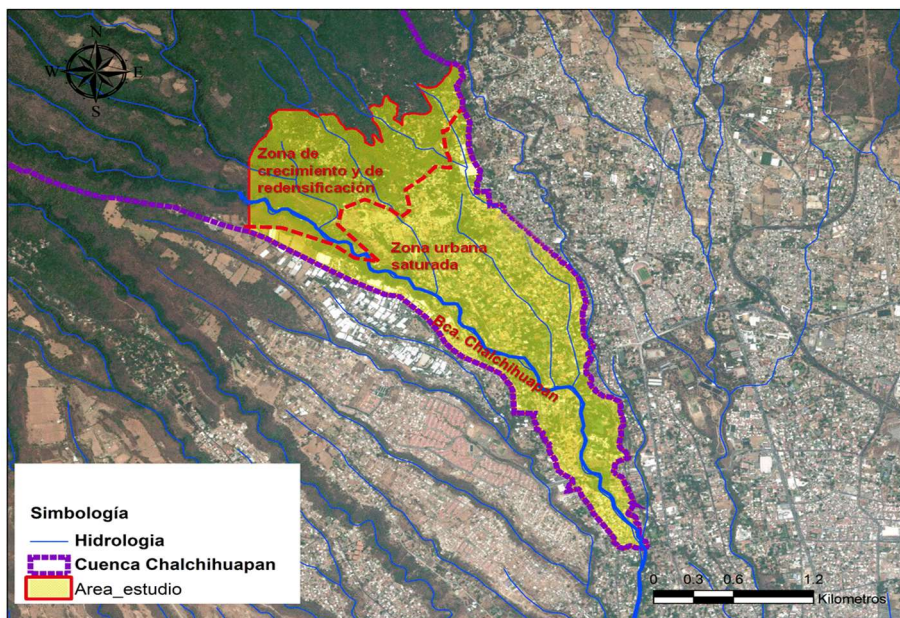


Figura 34. Proyección de la población respecto del crecimiento de los AGEB's MBCh (CEAGUA 2015)

MARCO SOCIOECONÓMICO

Actividades productivas. - Para la identificación y ubicación de las actividades económicas dentro de la microcuenca, fue consultado el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), 2010; cuya información se encuentra desagregada para cada AGEB. Partiendo de dicha información, se tiene que en el área de estudio opera un total de 250 unidades económicas, en la cuales predomina el sector terciario (77.2%), siguiéndole las actividades primarias (15.6%); y por último, el sector dedicado a la elaboración y fabricación de productos con el 7.2%, según se advierte en la Cuadro 20 y su gráfica respectiva (Figura 35).

Cuadro 20. Distribución de actividades económicas dentro de la microcuenca.

Distribución de actividades económicas		
Sector productivo	No. Unidades	%
Primario	39	15.6%
Secundario	18	7.2%
Terciario	193	77.2%
Suma	250	100.0%

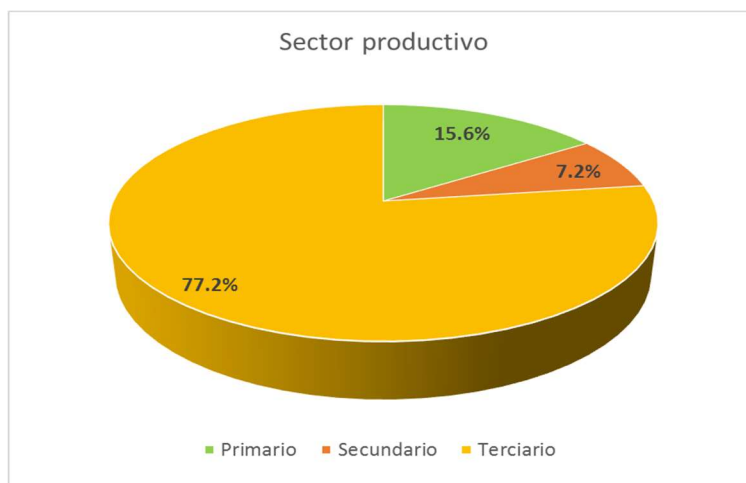


Figura 35. Porcentaje por sector productivo.

De la misma fuente, se tiene que la mayor parte de establecimientos corresponde con tiendas de abarrotes, ultramarinos y misceláneas (48), seguido por viveros y comercio al por menor de plantas y flores naturales (36), y en tercer término por molineras y expendios de tortillas de maíz (8). Las actividades primarias, particularmente en el caso de viveros y comercio al por menor de plantas y flores naturales, se concentran a lo largo de la parte norte de la Calle de La Cruz, dentro de los terrenos del pueblo de Tetela del Monte. En cuanto a las actividades enfocadas a la fabricación y elaboración de productos, su mayor concentración se presenta en el pueblo de Santa María;

En relación con el cultivo y comercialización de plantas y flores, esta actividad es realizada por pequeños productores que cultivan gran variedad de especies hortícolas, principalmente en viveros cubiertos por mallas de sombra o naves de estructura semicilíndrica que proporcionan cierto control sobre la temperatura y humedad. Las principales especies cultivadas son la nochebuena, azalea, rosa, belén, begonia, crisantemo, margarita y buganvilia, entre otras. Los principales mercados de la producción hortícola son la ciudad de Cuernavaca, Mor. y Xochimilco, CDMX. El cultivo más sobresaliente es la flor de nochebuena, ya que representa su mayor producción, no obstante que su venta se realiza únicamente durante los meses de noviembre y diciembre.

De acuerdo con Sánchez y Saldaña (2009), la actividad hortícola en Tetela del Monte inicia en los años cuarenta a partir del establecimiento del vivero Jardín de Cortés y el desarrollo de los trabajos de jardinería en la colonia Rancho Cortés. Posteriormente, durante las décadas de los 60's y 70's, la actividad hortícola inicia su etapa incipiente en Tetela del Monte con la apertura de algunos viveros. Para la siguiente década, dicha actividad crece y se consolida por la apertura de nuevas vías de comunicación y el acceso a los servicios de agua y energía eléctrica. A partir de los años 90, la actividad hortícola muestra una diferenciación económica de los viveros con el surgimiento de pequeños empresarios.

Rodríguez y Guzmán (2014) mencionan que el crecimiento constante de zonas residenciales y fraccionamientos en la zona han colocado en riesgo la disponibilidad de agua para el uso agrícola, y de ahí la necesidad de analizar las interacciones hacia la cooperación de distribución y el acceso a los recursos entre productores y colonos que comparten un espacio de uso común: la Barranca Chalchihuapan.

Grado de marginación

En Figura 36 se presenta el grado de marginación, de acuerdo con datos de la Comisión Nacional de Población (CONAPO), siendo la porción norte-noroeste de la zona urbana de la microcuenca donde se ubica la mayor marginación, convergiendo en los poblados de Tetela del Monte y Santa María Ahuacatitlan. No es coincidencia que la fuerte presión sobre el territorio se está dando precisamente en dicha área, por los asentamientos irregulares que invaden terrenos comunales y una parte del Área Natural Protegida del Corredor Biológico del Chichinautzin.

En relación con el grado de marginación media, según la misma fuente, se presenta en el extremo norte, noreste y sur de la misma microcuenca; aunque cabe señalar que las propiedades situadas en la margen izquierda de la barranca corresponden con un nivel económico alto a muy alto, según se pudo constatar durante los recorridos de campo realizados en la zona. La porción que presenta un grado de marginación muy bajo, ésta se localiza en la parte central de la microcuenca; lo cual pudo constatare en los recorridos de campo mencionados.

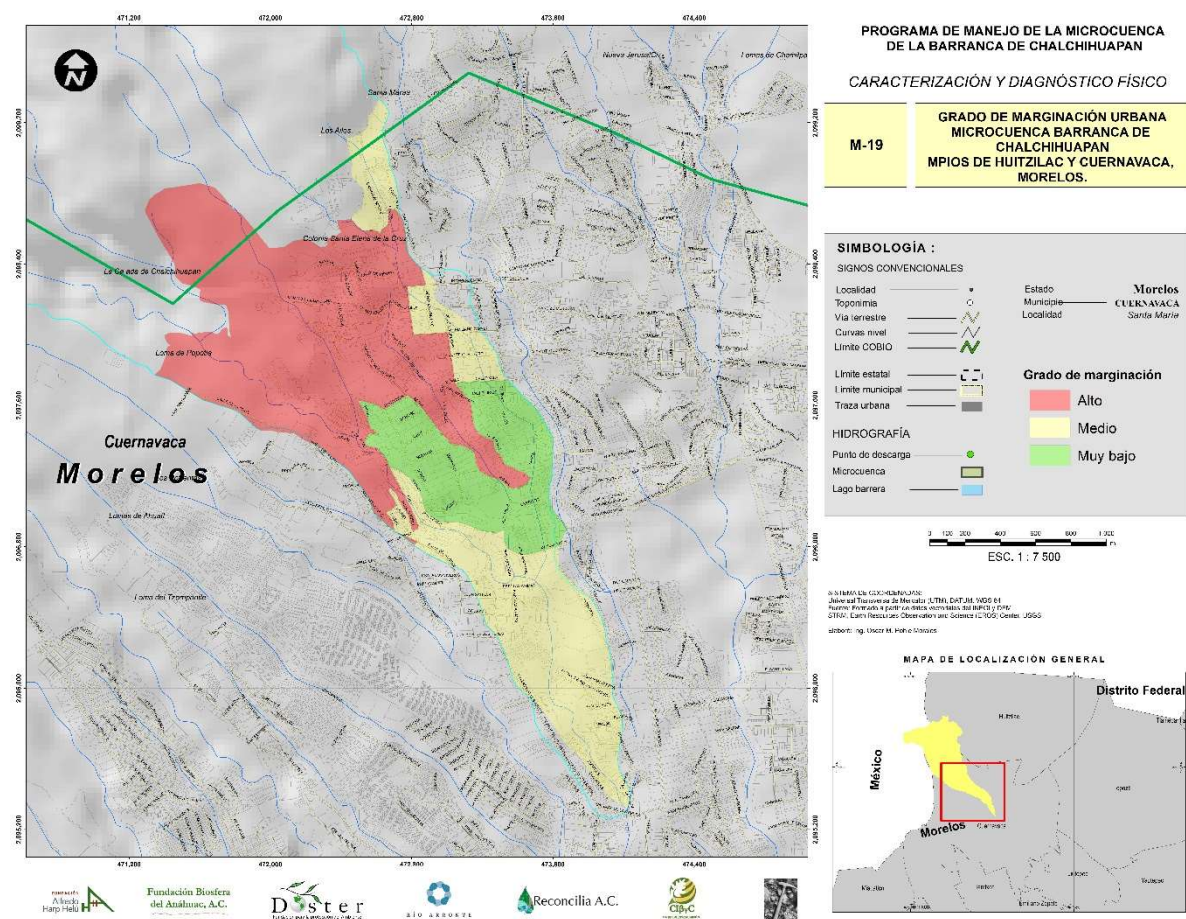


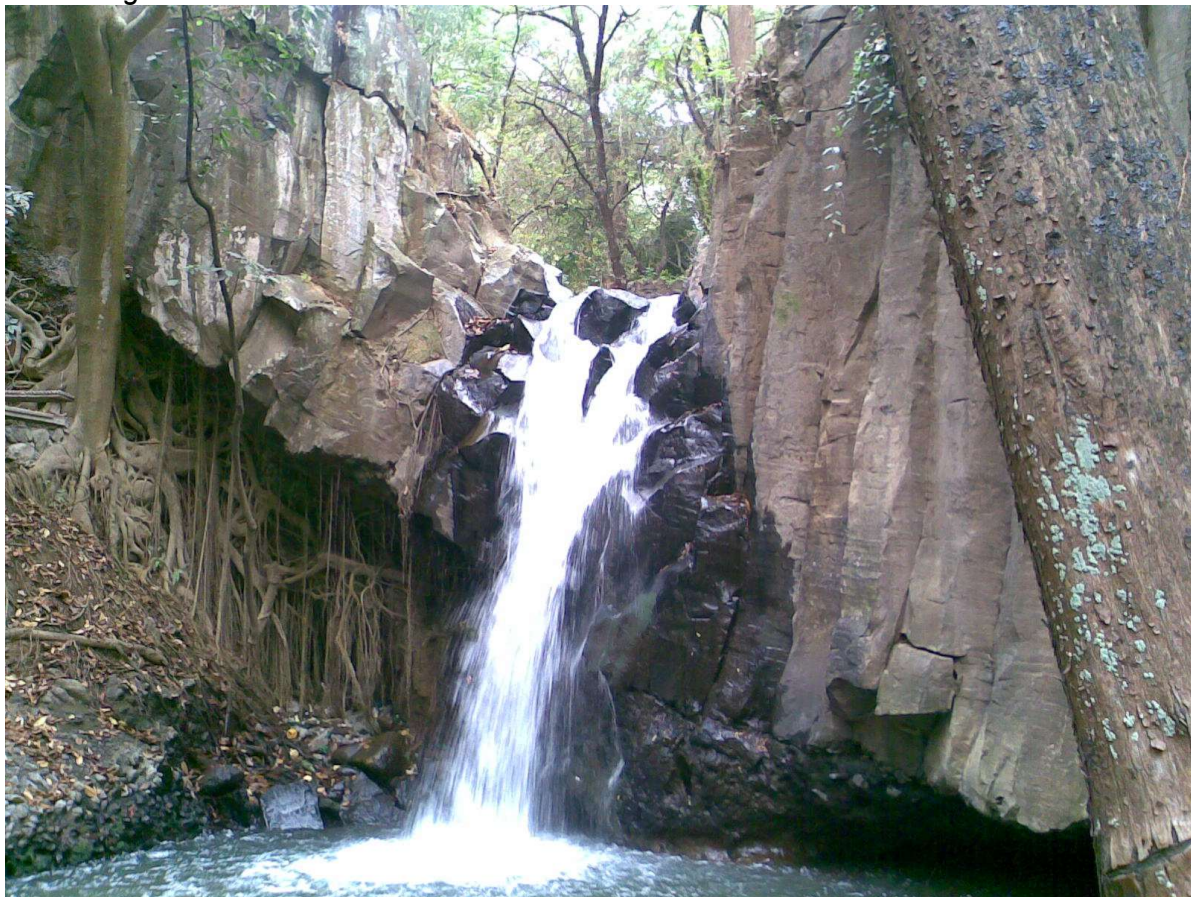
Figura 36. Distribución del grado de marginación en la microcuenca barranca de Chalchihuapan. Pohle 2017

De las observaciones anteriores, se considera que la distribución espacial de la marginación proporcionados por el CONAPO, no corresponden con la realidad, pudiéndose establecer en base a pruebas de campo que las porciones centro y sur del área urbana de la microcuenca (tomando como referencia la colonia Rancho Cortés y Tlaltenengo, respectivamente), pueden considerarse con un bajo grado de marginación. En contraste, la mitad norte – noroeste presentan un alto grado de marginación, teniendo como referencia los poblados de Tetela del Monte y Santa María Ahuacatitlan.

Análisis del funcionamiento de la microcuenca:

Considerando la evolución geohidrológica de la MBCh, en la que se conformaron diversas capas geológicas (ver Figura 8), con capas permeables en la parte superior (formación Chichinautzin), y semipermeables (formación Cuernavaca) e impermeable hasta la parte baja (de roca calcárea), lo que permite una importante infiltración del agua de lluvia, que al llegar a las capas semipermeable e impermeable hace que el agua acumulada en dichas capas fluya por gravedad en el subsuelo de norte a sur, hacia las partes bajas de la microcuenca. Adicionalmente, en el centro o cauce del río de la MBCh se da el encuentro de dos formaciones geológicas (ver Figura 9): la formación Chichinautzin (altamente permeable) hacia el oriente del cauce y de la MBCh y la Formación Cuernavaca (que es una capa semipermeable) hacia el poniente, lo que favorece que en el encuentro de estas dos formaciones en el cauce del río, se dé el fenómeno de manantialismo, así como que se presenten diversas cascadas, las cuales se formaron por la dureza de la roca de la lava de la formación Chichinautzin (que es de formación reciente) y cuya lava cruzo de oriente a poniente el cauce del rio, y cubrió la capa preexistente de la formación Cuernavaca (Figura 37).

Figura 37.- Cascada Tetela. Nótese el basalto columnar Pohle 2017



Topográficamente las montañas de Zempoala que delimitan en su porción norte a la MBCh, por su altura y estructuración o conformación cóncava, aunado a la dirección de los vientos dominantes que empujan la humedad de la atmosfera y de las nubes hacia dichas montañas, que literalmente capturan la humedad horizontal y vertical (de la lluvia) de la cuenca atmosférica, esto aunado a que en dicha porción norte de la MBCh se ubican siete microcuencas (o más bien nanocuenas por su pequeño tamaño) endorreicas, que ciertamente por ubicarse en la parte alta funcionan como tinacos que capturan la mayor parte de la lluvia, la cual se infiltra al subsuelo (porque no hay lagunas en dichas microcuencas), favoreciendo el flujo del acuífero hacia el sur en la parte baja media y baja de la porción exorreica de la MBCh, en la que se ubican diversos manantiales que dan origen a varios ríos permanentes.

El rango de altitudes que se presentan en la vertiente sur de la MBCh, aunado a la alta humedad que captura la conformación de la serranía de Zempoala, y la gran diversidad topográfica de la microcuenca, favorecen la presencia de bosques que se distribuyen en ambientes de alta humedad la mayor parte del año, como son los bosques de oyamel en las partes altas, entre los 2500 y 3400 msnm, y los bosques mesófilos en la parte media de la MBCh entre los 2000 y 2500 msnm, los cuales contribuyen significativamente al aporte de servicios ambientales, vinculados a la captura e infiltración del agua al subsuelo.

Sin embargo, hay diversos impactos que la actividad humana ha venido deteriorando la estructura y funcionamiento de los ecosistemas de la microcuenca, y sobre el agua superficial y subterránea, entre los que cabe destacar los siguientes:

1.- Sobreexplotación del agua superficial de los manantiales y los ríos, que ha dejado importantes porciones de los cauces sin el caudal ecológico que requieren, tal es el caso del agua del manantial del Tepeite, que la comunidad de Santa María Ahuacatitlan, ha canalizado a través de un acueducto de más de 4 kilómetros de largo, y que dejó sin agua a casi cuatro kilómetros del cauce de Chalchihuapan. Otro caso similar es la sobreexplotación que hacen los viveristas de Tetela del Monte con el agua del manantial del Salto, para conducir el agua a través de infinidad de mangueras hacia sus viveros. Otro caso relevante es el agua del manantial de Atezcapa, que es aprovechado para la cría de truchas, en lo que era el hábitat del Ajolote de Zempoala (especie endémica de esta serranía y en peligro de extinción), que prácticamente ha desaparecido del lugar, y está a agua es aprovechada además para abastecer a múltiples pipas que diariamente llevan el agua a vender a Huitzilac y a los fraccionamientos que se ubican a los lados de la carretera federal México-Cuernavaca.

2.- Además hay deterioro de los ecosistemas naturales causada por diversos incendios forestales que en las últimas décadas han impactado importantes áreas de bosques de oyamel y de pino encino, causando mortandad del arbolado, y tala clandestina de árboles especialmente en la zona de la microcuenca que se ubica en los municipios de Huitzilac y Ocuilán. Importante también es la sobreexplotación de hongos del bosque, y de las orquídeas, que sistemáticamente son extraídos por los habitantes de las comunidades aledañas para su comercialización.

3.- Incremento del impacto del desarrollo urbano legal e ilegal, que ha causado la invasión de la zona federal de los cauces de los ríos, deterioro de los ecosistemas riparios, sobreexplotación y contaminación del agua superficial y subterránea, introducción y dispersión de especies exóticas. Lo cual ha impactado la mayor parte de la porción sureste de la MBCh, y viene incrementándose de sur a norte, comenzando a invadir la porción sur del Corredor Biológico Chichinautzin donde está prohibido los asentamientos humanos, si que las autoridades federales (SEMARNAT, PROFEPA, CONANP) encargadas de dicha ANP y de la zona federal del cauce y del uso del agua (CONAGUA), ni las municipales, responsables de regular los asentamientos humanos, actúen para detener estos ilícitos.

Análisis del funcionamiento de la MBCh en el contexto de la RNEM

Se considera que la barranca de Chalchihuapan es el afluente más septentrional del Río Apatlaco (Aguilar 1998). La barranca de Chalchihuapan se origina en las montañas de Zempoala, corre por unos 16 kilómetros con dirección sureste para unirse con la barranca de San Pedro a la altura de la Glorieta de Tlaltenango, y unos 1000 metros al sur, se unen con las barrancas de Ahuatlán, Tzompantle y Coyuca, y unos 500 metros más al sur se unen con la Barranca de Atzingo, para conformar la barranca de Analco o San Antón (donde se ubican las cascadas o saltos de San Antón -Salto Chico y Salto Grande-), unos 1000 metros más al sur se une con las barrancas de El Chiflón de los caldos y El Tecolote, las que a su vez se unen con las Barrancas de Amanalco-Chapultepec (las que se unen al sur del Club de Golf Tabachines), entre los límites de los municipios de Cuernavaca y Temixco, para dar origen al Río Apatlaco (Figuras 38 y 39).

Las barrancas de la RNEM funcionan como un sistema, ya que se originan en las montañas de Zempoala-Chichinautzin, en donde forman una especie de abanico, que se va uniendo hacia el sur del municipio para dar origen al Río Apatlaco. La MBCh se ubica en la parte media o central del abanico, y aporta aproximadamente el 18.5% del agua que abastecería naturalmente al Río Apatlaco (420 lps), ya que se estima que la sumatoria del agua que los manantiales y ríos que deberían dar origen el río Apatlaco, a través del sistema de barrancas, deberían sumar en total 2,270 litros por segundo (Cuadro 21).

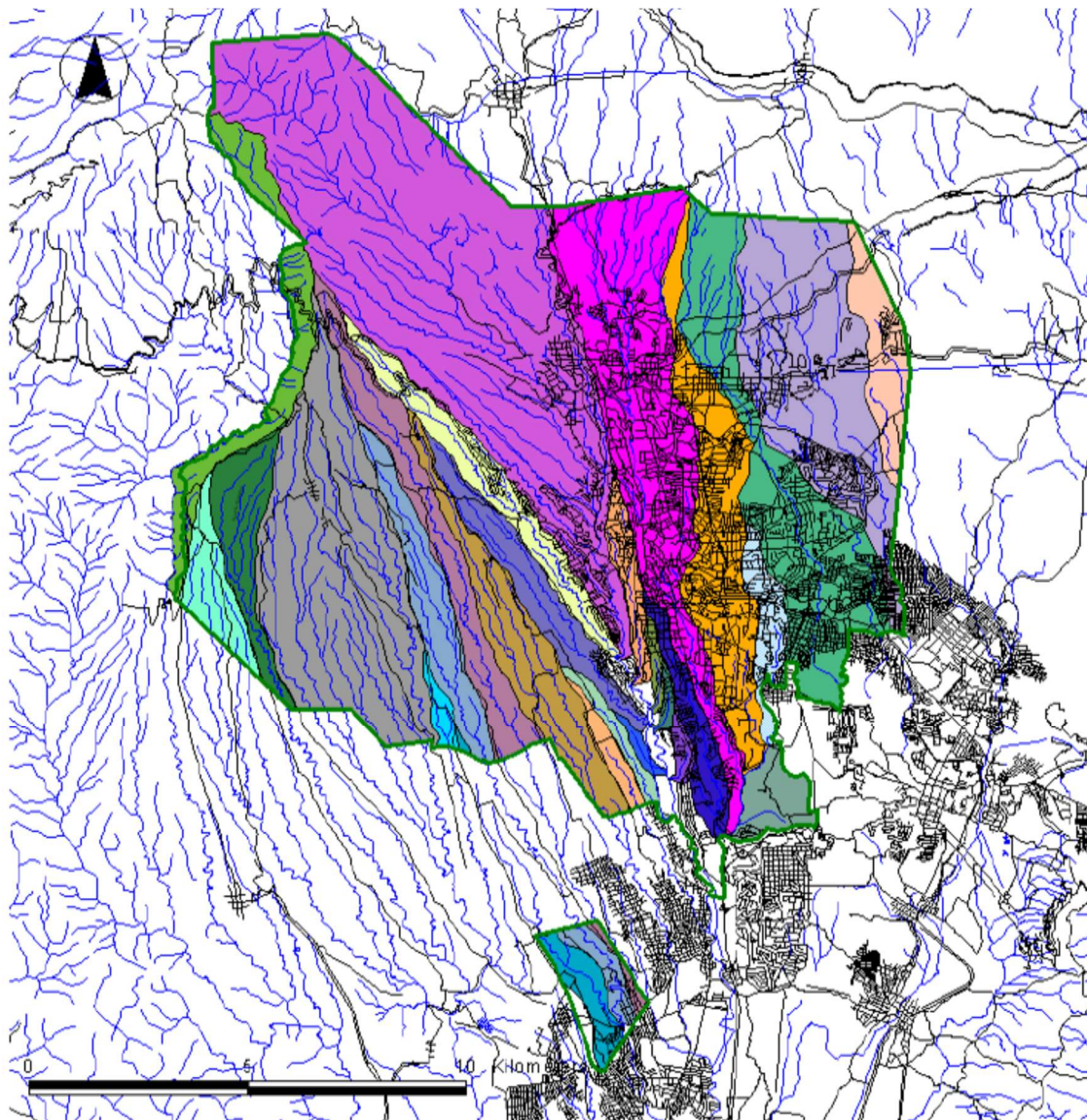
Sin embargo, cabe aclarar que la mayor parte del agua de estos manantiales y barrancas no llega naturalmente a los cauces de los ríos, sino que es desviada para diversos usos para riego agrícola, para agua potable, etc. Y lo que ahora llevan las barrancas son en su mayor parte aguas residuales derivadas de las descargas de los asentamientos humanos y del riego agrícola.

Cuadro 21

Aportes de agua de las barrancas que debían naturalmente contribuir al caudal del Río Apatlaco

BARRANCA (manantiales)	Volumen de agua en lps (registros históricos)	%
Chalchihuapan (El Tepeite , El Salto)	420 (500**)	18.5
Chapultepec (Chapultepec)	1,300 (1,820*)	57
Atzingo (La India)	100 (200)	4.5
Amanalco (El Tunel, Hualupita)	450 (500**)	20
TOTAL	2,270 (3,000)	100

*Departamento Agrario, Oficina de Aguas 1934, Servicios Geológicos 1970, TACSA 1980



SUB MICROCUENCAS DEL MUNICIPIO DE CUERNAVACA

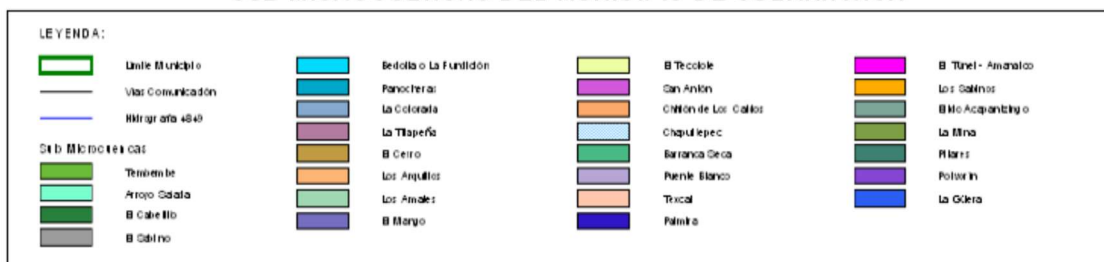


Figura 38. Microcuencas del municipio de Cuernavaca. Pohle 2006

Análisis comparativo de la Microcuenca El Pantano y la Microcuenca Barranca de Chalchihuapan

Las dos microcuencas de estudio contrastan en diversos aspectos, tanto físicos, bióticos y socioeconómicos (Cuadro 22), y son una muestra de las problemáticas que existen en otras microcuencas de la RNEM, y es importante destacar los contrastes siguientes:

1. **Su ubicación:** la MBCh se encuentra en la zona norponiente de la microcuenca del Río Apatlaco y de la RNEM, y la microcuenca hidrológica El Pantano (MHEP) en la porción media oriente o en la porción central de la RNEM.

2. **Sus características topográficas:** La MBCh esta conformada en su mayor parte por zonas montañosas y de barrancas (más del 80%), lo que la hace una zona de riesgo geológico e hidrológico, lo que en parte ha limitado la expansión humana y urbana y ha favorecido la conservación de los ecosistemas; a diferencia de la MHEP que en su mayor parte (mas del 70%) presenta zonas planas que han favorecido el uso agrícola de riego durante los últimos 500 años, y la urbanización en las ultimas décadas.
3. **Su función en la hidrológica en la RNEM:** la MBCh es una zona de recarga y descarga dentro de la propia microcuenca, a diferencia de la MHEP Pantano que se abastece de agua superficial en su mayor parte por el trasvase de agua de otra microcuenca (de Chapultepec), y el agua subterránea proviene del flujo regional en su mayor parte, y de cuya extracción por bombeo se abastece la mayor parte del agua potable;
4. **Sus características de conservación de ecosistemas:** la MBCh presenta ecosistemas naturales en 87% de su territorio, de los cuales la mayor parte se encuentran relativamente bien conservados, a diferencia de la MHEP la cual ha sido transformada por actividades humanas quedándole tan solo el 2% de ecosistemas naturales;
5. **Servicios ambientales:** especialmente el de captación e infiltración del agua de lluvia, del flujo del acuífero y la descarga en manantiales, en el caso de la MBCh el agua es auto abastecida por la microcuenca, y en el caso de la MHEP se abastece en su mayor parte por microcuencas vecinas de forma natural en el caso del agua subterránea, y por trasvase del agua del manantial de la microcuenca vecina de Chapultepec hacia la MHEP de forma artificial para riego agrícola principalmente. Otro servicio ambiental destacable de ambas microcuencas son los suelos de calidad para la producción agrícola, que en el caso de la MHEP por su topografía, desde el México prehispánico se ha utilizado para el cultivo de diversos productos mediante el riego a través de los apantles, y en el caso de la MBCh la captación del agua de los manantiales y ríos para riego de viveros de plantas ornamentales, que se ha venido incrementando durante las últimas décadas. Otro servicio ambiental destacable de ambas microcuencas es el mantenimiento del microclima, que permite el cultivo de diversas especies de plantas comestibles, y de flores de ornato, así como para el bienestar humano durante la mayor parte del año, lo que ha favorecido la instalación de fraccionamientos y hoteles de descanso y servicios vinculados al descanso y la recreación.
6. **Calidad y cantidad del agua:** En el caso de la MBCh tiene las mejores aguas (junto con la de los manantiales de El Texcal) de calidad para consumo humano, y para riego agrícola de la RNEM, lo cual es debido principalmente a la estructura geológica, la topografía, la presencia y funcionamiento de ecosistemas relativamente bien conservados, y a que los asentamientos humanos y actividades agrícolas se desarrollan en la parte baja suroriente de la microcuenca. A diferencia de la MHEP que se ubica en la parte baja respecto a las microcuencas vecinas que la abastecen en su mayor parte de agua, y en que el flujo del agua superficial y subterránea pasa por diversas microcuencas que han sido impactas por el desarrollo de actividades y usos humanos del suelo para fines urbanos, agrícolas e industriales (CIVAC), lo cual hace que el agua pase por zonas y actividades que deterioran la calidad física, química y biológica del agua, y que esta tenga menor calidad, tanto para consumo humano, como para las propias actividades agrícolas o piscícolas.
7. **Los instrumentos que regulan el uso del territorio:** al respecto hay una diferencia significativa entre ambas microcuencas, ya que para el caso de la MBCh, en su mayor parte se encuentra dentro de áreas naturales protegidas de carácter federal y estatal, en las que el uso del suelo está destinado a la protección de la biodiversidad, el agua, el paisaje, y están prohibidos los asentamientos humanos; además los Programas de Ordenamiento Ecológico (POET) Local de Cuernavaca y Regional del Estado de Morelos, establecen el uso del suelo con Políticas de Preservación, Protección y Restauración, y de No desarrollo urbano; y propone establecer a las barrancas como área natural protegida. En el caso del MHEP los POET definen que la mayor parte del uso de suelo de la microcuenca es de tipo habitacional con diferentes densidades. Cabe destacar y aclarar que ambas microcuencas están unidas por la Zona de Protección Forestal de Cuernavaca (ZPFC, Figura 26), ya que la MEP se ubica en su totalidad en

dicha zona, y el 10% de la porción sureste de la MBCh forma parte de la ZPFC, sin embargo, este decreto de la ZPFC, aunque fue establecido desde la década de los años 30s del siglo pasado, desde entonces y hasta la actualidad nunca ha sido hecho valer por las autoridades competentes.

- 8. Sus historias de uso del suelo y de desarrollo urbano:** Es similar en ambas microcuencas, prácticamente estuvieron deshabitadas hasta la década de los 50s del siglo pasado, en que empezaron a establecerse casas de fin de semana, hoteles de descanso, y fraccionamientos, y más recientemente por desarrollos habitacionales y colonias de clase media y baja, ocupando las otras áreas agrícolas y forestales. En ambas microcuencas es similar ocupando el desarrollo urbano aproximadamente 300 hectáreas, y con un mosaico similar de fraccionamientos de clase media y alta, con grandes lotes urbanos rodeados de jardines, y áreas arboladas, cercanos a los cauces de agua (apantles en el caso de MHEP, y barrancas y cauces de ríos en la MBCh), estos espacios ocupan una tercera parte del área urbana en ambas microcuencas y se ubican en las partes más bajas y planas, otra tercera parte de estas áreas urbanas están ocupadas por asentamientos populares de alta densidad en los que hay deficiencia de servicios, especialmente de drenaje, abasto de agua, falta de pavimentación de calles, banquetas, vigilancia, recolección de basura, etc. Y ocupan principalmente las lomas y cerros del área urbana. En ambas microcuencas ha habido el desarrollo de áreas agrícolas y de viveros de plantas ornamentales, cuyos espacios van siendo ocupados recientemente por desarrollos urbanos y de áreas comerciales y jardines de eventos.

Cuadro 22.- Características físicas, bióticas y socioeconómicas de las microcuencas El Pantano y Chalchihupán

CARACTERÍSTICAS	EL PANTANO	CHALCHIHUPAN
Extensión microcuenca	294 Ha	3,734 Ha
Rango de altitud msnm	1,520 a 1,340	3,395 a 1,664
Clima	Cálido subhúmedo (100%)	SemiFrio (10%), templado (60%), Semicálido (30%)
Precipitación media anual	1,021 mm	1,462 mm
Geología	Roca Sedimentaria (Calcárea) (20%), Volcánica (80%)	Roca Volcánica (100%),
Hidrología	Microcuenca endorreica 100% y trasvase de agua de otra microcuenca (Chapultepec) Mayor aporte de agua subterránea por flujo regional	30% endorreica, 70% exorreica. Manantiales y ríos permanentes, acuífero se origina en la microcuenca
aportación por flujo subterráneo horizontal	10.09 hm ³ /año (flujo regional que entra a la MHEP)	8.67 hm ³ /año (de la microcuenca hidrológica)
Recarga por infiltración vertical	0.37 hm ³ /año	6.7 hm ³ /año
Recarga inducida	3.68 hm ³ /año	
Bombeo (extracción)	3.15 hm ³ /año	2.85 hm ³ /año
Disponibilidad acuífero	de 0.9 hm ³ /año	3.85 hm ³ /año
Calidad del agua superficial / subterránea	Contaminada por fertilizantes y aguas residuales / Regular	Excelente a Buena / Buena
Volumen de agua superficial:	40 l/s (secas), (120 l/s (lluvias)	73.24 l/s (secas), (150 l/s (lluvias) (secas) (419.45 lps total sin extracciones)
Tipos vegetación natural / % sup	3 / 2%: Bosque ripario, selva baja caducifolia, vegetación acuática	7 / 87 %, Bosques mesófilo, oyamel, pino, encino, ripario, zacatonal, Veg. acuática
Uso del suelo:		

<ul style="list-style-type: none"> • Forestal • Agrícola • Urbano • Áreas verdes • Suelo desnudo 	<p>2% 33% 21% 29% 15%</p>	<p>87% 3% 8.5% 1.5 %</p>
Zonas de valor ambiental	188.3 Ha, 64 %	3,304 Ha, 88.5%
Áreas naturales protegidas	2 propuestas ANP locales, 10 ha = 3.5%, (1 ANP federal protección forestal 100%)	5 ANP, 1,682 Ha = 88.6%, protección, conservación restauración, no uso urbano
POET local	Vigente, 3 UGAs: > desarrollo urbano, < restauración, protección	Vigente, 5 UGAs: > protección, conservación restauración < desarrollo urbano
Población actual (esperada al 2035)	8,663 habitantes (17,419)	12,647 (16,721)
Densidad poblacional	3,597 hab/km ²	773 hab/km ²
Área urbana	63 % = 184 Ha	8.5 % = 316 Ha
Topografía	Llanos 70%, cerros 30%	Montañas y barrancas 70%, lomas 30%
Peligros geohidrológicos	Inundaciones 10% de la MEP	Deslaves, incendios, 70% MBCh

Las perspectivas futuras de las microcuencas de El Pantano, Chalchihupán y la RNEM

En cumplimiento de la agenda 2030 de la GIRH, esta tesis satisface la necesidad de lograr y ofrecer avances más tangibles en la planificación y gestión de microcuencas hidrológicas, y muestra recomendaciones para poder avanzar a mayor escala. Este estudio muestra dos escenarios posibles futuros, el escenario tendencial y el resultante de la gestión de las microcuencas, que podría servir como modelo para la planificación y gestión de otras microcuencas en la RNEM, en Morelos y México.

Escenario tendencial.- Dada la dinámica de interacción entre los subsistemas natural y social, se prevé que en los próximos años se pierdan las áreas agrícolas, de viveros y espacios verdes, las cuales se irán transformando en urbanizaciones de alta densidad. La pérdida de áreas verdes modificará el microclima, incrementando las islas de calor, disminuirá las áreas de capitación e infiltración de agua al acuífero, así como de la cantidad del agua superficial, la cual continuará perdiendo calidad por contaminación. Habrá pérdida de biodiversidad; desaparecerán los espacios verdes y los últimos relictos de ecosistemas naturales, que serán sustituidos por vegetación exótica, y en general disminuirá la calidad de vida de los seres humanos y demás seres vivos que habitan en las microcuencas y en la región. Además, con los escenarios de cambio climático habrá mayores riesgos de inundaciones, de incremento en el consumo de energía, pobreza y violencia.

Escenario con gestión y manejo de las microcuencas y de la RNEM.- Se logrará el empoderamiento y liderazgo ciudadano en la planificación y gestión del territorio, del agua y la biodiversidad como un contrapeso a los poderes ejecutivos estatal y local y a los intereses económicos; lo que permitirá la creación y funcionamiento de instancias de coordinación intersectorial, y generar procesos de gobernanza o co-gobierno para la elaboración, presupuestación, observancia, seguimiento y evaluación de planes, programas y proyectos relacionados con la protección del ambiente, del agua, del territorio y la biodiversidad, y su continuidad a mediano y largo plazo, logrando un equilibrio entre los distintos usos del territorio y sus recursos naturales, con el desarrollo urbano, agrícola e industrial, mediante la observancia de los instrumentos de OET, de protección de la biodiversidad y de los programas de manejo de las microcuencas. Con el tiempo estos instrumentos e instancias de coordinación intersectorial puedan servir de modelo para la planificación y gestión de las microcuencas hidrológicas

vecinas, así como la integración regional de la planificación y gestión integrada del agua y el territorio a nivel regional.

Propuestas para el manejo de la MBCh

El manejo de una microcuenca hidrológica en la RNEM debe consistir en la planificación y el uso sostenible de su territorio y de sus recursos naturales (agua, aire, suelo, flora y fauna), y no debe ser orientado para resolver los problemas derivados de un desarrollo poblacional humano indiscriminado, al suministro de agua potable asociada, al manejo político clientelar de grupos de poder de las administraciones públicas en turno; así como a la desenfrenada especulación de compra-venta de tierras, que beneficia a particulares e inmobiliarias amparados bajo prácticas corruptas, que van promoviendo la invasión de las barrancas y áreas forestales con asentamientos humanos regulares o ilegales.

Para revertir dicha tendencia, se hace necesario en primer lugar, la participación y exigencia ciudadana, de manera que se encuentre representada ampliamente en consejos o comités de cuenca - en este caso, microcuenca -, respaldada por académicos y profesionistas de probada calidad científica y moral; asumiendo en conjunto la toma de decisiones que cristalicen en un programa realmente sustentable para el manejo de la microcuenca. En cualquier caso, deben buscarse acuerdos o consensos entre las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno, con los representantes de las organizaciones de la sociedad civil, de instancias académicas, de los dueños o poseedores de la tierra, en la toma de decisiones sobre el manejo de la microcuenca.

En segundo término, es indispensable hacer valer las sanciones establecidas en la legislación y reglamentación en vigor, o implementar nuevas medidas, para las personas físicas o morales que afecten los recursos naturales y el funcionamiento hidráulico de la microcuenca hidrológica. Entre las acciones prioritarias que se proponen para el caso de la planificación, manejo y gestión de la MBCh, se encuentran las siguientes:

- Apoyar la elaboración, consenso y puesta en marcha del El Plan Integral para el manejo de las Barrancas del Norponiente de Morelos que impulsa El Colegio de Morelos (ver Capítulo V)
- Elaborar y gestionar el Programa de manejo y gestión del Sistema de áreas naturales protegidas de los bosques y barrancas del norponiente de Morelos.
- Lograr la implementación del proyecto de Biosfera Urbana de Cuernavaca (Peci 2007)
- Gestionar la recategorización y redefinición de los límites de la Zona protectora forestal de Cuernavaca (ZPFC) para proteger los bosques y barrancas del norponiente de Morelos, incluida la MBCh.
- En cumplimiento a lo dispuesto en la legislación, gestionar el estudio justificativo para el establecimiento y manejo del ANP de la región de Xochicalco que funcione como corredor biológico entre ANPs del Norponiente y Sur poniente de Morelos, y entre las áreas forestales y ANPs de la región vecina del Estado de México y El Bosque de Agua (ECOBA 2012).
- Establecer un mecanismo de coordinación con el Corredor Biológico Chichinautzin, y las distintas ANP federales, estatales y municipales del norponiente Morelos, y la zona vecina del Estado de México.
- Revisar el Acuerdo de Cabildo y el Plano oficial correspondiente (Figura 28) del ANP Barrancas Urbanas de Cuernavaca, para incluir a la barranca y microcuenca de Chalchihuapan
- Gestionar nuevas fórmulas para el manejo de ANPs federales, estatales y municipales, por ejemplo, otorgando en administración las ANPs a dueños y poseedores de la tierra, instituciones académicas u OSC, y destinando recursos públicos básicos permanentes

para la operación de las ANPs, y fideicomisos públicos o privados con posibilidades de deducibilidad de impuestos para empresas y personas físicas

- Detener y revertir el crecimiento urbano ilegal que han invadido secciones de barrancas y de las ANPs o que violan las Unidades de Gestión ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Cuernavaca. Reubicando a los invasores, y vigilancia permanente para impedir nuevas invasiones
- Diseñar y establecer un sistema de señalización efectivo para informar a los usuarios del carácter de protección al que se encuentran sujetas las ANP y las actividades restringidas en la MBCh.
- Generar espacios de convivencia con la naturaleza de las barrancas y atractivos turísticos reestructuración de bardas y andadores de la barranca.
- Rehabilitación de la infraestructura turística de la barranca (Generar espacios de convivencia con la naturaleza y atractivos turístico para la ciudad).
- Planificación y gestión para el establecimiento y funcionamiento de parques ecológicos forestales urbanos, en las distintas secciones de la barranca
- Elaboración y observancia de los ordenamientos ecológicos territoriales estatal, regional y municipales por microcuencas hidrológicas
- Gestión para la cancelación del proyecto de libramiento norponiente de Cuernavaca, por el fuerte impacto ambiental negativo que puede tener la construcción de esta autopista sobre los bosques y barrancas del norponiente de Morelos
- Apoyar y gestionar la aprobación por parte de El Congreso del Estado de las reformas a la Ley ambiental del Estado de Morelos para la planificación y gestión del territorio de Morelos y la región donde se ubica, por microcuencas hidrológicas (Anexo V.1)
- Gestionar la aprobación por parte del Ejido de Tetela que en el entubamiento del agua para el consumo de los ejidos de Santa María y Tetela del Monte se deje un flujo de agua para el caudal ecológico en los cauces de los ríos, y de que se concluya el proyecto por parte de CEAGUA para hacer eficiente el sistema de captación, transporte y distribución del agua para el mantenimiento de los viveros.
- Establecer en coordinación con la CNA y autoridades municipales, los criterios y normas para el aprovechamiento de manantiales, ríos y acuíferos, con el fin de responder a demandas de agua de la población adyacente, y mantener los caudales ecológicos en las barrancas
- Desincentivar las prácticas productivas agrícolas para transformar espacios forestales, principalmente las de cultivo de aguacate, y promover proyectos alternativos para la producción y aprovechamiento de especies de flora y fauna nativas (hongos, orquídeas, etc.).
- Desarrollar un programa regional de conservación-restauración de la naturaleza, que permita vincular los diversos intereses científicos, conservacionistas y principalmente la participación de las comunidades locales en la planificación, manejo, conservación-restauración y uso sostenible de los recursos naturales y culturales de la microcuenca.
- Es de suma importancia la participación multidisciplinaria, e involucrar a los dueños y poseedores de las tierras para la toma de decisiones, y darles seguimiento a los proyectos.
- Convocar a los dueños y poseedores de la tierra, instituciones de investigación y educación, organizaciones no gubernamentales, organizaciones sociales, autoridades municipales, estatales y federales, y al público en general a participar en el establecimiento del Comité o instancia de manejo de la microcuenca
- Fomentar la corresponsabilidad social en la conservación de los recursos naturales a través de talleres de educación ambiental que incrementen el conocimiento y la valorización de la biodiversidad y de los servicios ambientales que esta aporta
- Integrar un comité de vigilancia participativa entre los dueños y poseedores de la tierra, OSC y pobladores locales, con la capacitación y adiestramiento de la SEMARNAT-PROFEPA
- Elaboración de un plan integral para la gestión de financiamiento, para el manejo de la microcuenca a corto, mediano y largo plazo

- Gestionar financiamientos para la operación de Programa de manejo de la microcuenca
- Fomento de proyectos y empresas ecoturísticas y recreativas para el aprovechamiento diversificado de los recursos naturales de la microcuenca
- Suscribir convenios con OSC para la canalización de recursos provenientes de donaciones del sector privado y otras fuentes para las acciones y operación del Programa de manejo
- Promover el establecimiento y observancia de un programa de pago por servicios ambientales específico para la microcuenca
- Impulsar estudios para obtener el diagnóstico de las especies invasoras o nocivas, su grado de afectación, las soluciones para su control y sus consecuencias a nivel socioeconómico y ecológico. Identificando las áreas susceptibles de daño por plagas y enfermedades, y especies invasoras o nocivas
- Aprovechar y controlar especies introducidas (Erradicar especies introducidas nocivas para los ecosistemas)
- Fomentar y apoyar la investigación para incrementar el conocimiento necesario para la toma de decisiones relacionadas con el uso sustentable de los recursos naturales.
- Complementar y actualizar los inventarios florísticos y faunísticos, tanto terrestres como acuáticos, tomando en cuenta los ciclos estacionales y especies más vulnerables
- Recuperación de especies que se encuentren bajo algún estatus de conservación.
- Establecer métodos de manejo integral para el aprovechamiento de los recursos forestales maderables y no maderables, y de la flora y fauna presentes en la microcuenca
- Establecer zonas de reproducción de especies de flora u fauna nativas
- Revisión y actualización e integración de los instrumentos de regulación de uso del territorio (POET, PDU, decretos y programas de manejo de ANP)

BIBLIOGRAFÍA DEL CAPÍTULO IV:

Aguilar Benítez, S. 1998. Ecología del Estado de Morelos. Un enfoque geográfico. Editorial praxis. 469 p.

Batlloori, G., A., 2003, Las Barrancas de Morelos, enfoque educativo para un cambio de comportamiento de los moradores: Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Universidad Nacional Autónoma de México, 2003.

CEAGUA, 2015. Proyecto Ejecutivo de Saneamiento de la Barranca de Chalchihuapan, Cuernavaca, Morelos. MOR-CEA-SEAPDS-2014-SROP-APAZU/PIPE-144. 165 p.

CONAGUA 2010. Disponibilidad de agua subterránea en el acuífero de Cuernavaca, y su proyección al 2030. Organismo de Cuenca Balsas, 2008.

CONAGUA, 2014. Caracterización de la microcuenca denominada barranca chalchihuapan. 28 p.

[http://obum.zmcuernavaca.morelos.gob.mx/metadata/chalchihuapan/Caracterizaci%C3%B3n de la microcuenca Chalchihuapan CONAGUA.pdf](http://obum.zmcuernavaca.morelos.gob.mx/metadata/chalchihuapan/Caracterizaci%C3%B3n%20de%20la%20microcuenca%20Chalchihuapan%20CONAGUA.pdf)

CONAGUA, CEAGUA 2015. Modernización de las zonas de riego de los manantiales Salto grande y Salto chico de Tetela del Monte, Cuernavaca, Morelos. 40 p.

Comisión Nacional del Agua, Organismo de Cuenca Balsas, 2014. Caracterización de la microcuenca Denominada Barranca Chalchihuapan.

Caracterización del subsistema natural, aspectos físicos. Memoria Técnica: Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Cuernavaca, 2008.

<http://www.cuernavaca.gob.mx/wp-content/uploads/2013/09/Caracterizacion.pdf> Programa de Ordenamiento ecológico del municipio de Cuernavaca

Corona, E. 2010. Los escenarios paleobiológicos para las interacciones entre las sociedades y el medio ambiente de la región de Morelos. En el libro: Historia de Morelos Tierra, gente, tiempos del Sur La arqueología en Morelos, Horacio Crespo, Director. Volumen II. La arqueología en Morelos, Sandra L. López Varela, Coordinadora. Congreso del Estado de Morelos-LI Legislatura / Universidad Autónoma del Estado de Morelos / Ayuntamiento de Cuernavaca / Instituto de Cultura de Morelos, México, 2010.320 pp.

CONAFOR 2013. Inventario forestal y de suelos del estado de Morelos

Decreto por el que se declara el área de protección de la Flora y Fauna silvestres, ubicada en los municipios de Huitzilac, Cuernavaca, Tepoztlán, Jiutepec, Tlalnepantla, Yautepec, Tlayacapan y Totolapan, Morelos. Diario Oficial de la Federación DOF, 11-30-88.

Decreto que crea el parque Nacional “Lagunas de Zempoala”, Diario Oficial de la Federación DOF, 27-11-1936.

Decreto del ejecutivo del Estado por el que se crea el Parque Ecológico Turístico y Recreativo Zempoala-La Bufa, que se denominará Parque Otomí – Mexica. Periódico oficial del Gobierno constitucional del Estado de México, 22 de octubre de 1980.

Decreto por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del estado de Morelos. Periódico Oficial “Tierra y Libertad”, Órgano del Gobierno del Estado Libre y Soberano de Morelos., 29 de septiembre de 2014.

Decreto que declara Zona Protectora Forestal de la ciudad de Cuernavaca, Mor. los terrenos que el mismo limita. Diario Oficial de la Federación DOF, Tomo CV, Núm 15, 17 de noviembre de 1937.

Demant, A., 1978, Características del eje Neovolcánico Transmexicano y sus problemas de interpretación: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 2, núm. 2 (1978), p. 172-187.

Departamento Agrario, Oficina de Aguas. 1934. Esquema de Distribución de las Aguas de los Manantiales de Chapultepec, de la Cuenca del Río Apatlaco, Estado de Morelos.

Diccionario de Datos Climáticos, Escalas 1: 250 000 y 1: 1 000 000 (vectorial): Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEGI), 2000.

Dune T. and Leopold L. B., 1978: Water in Environmental Planning. San Francisco: W. H. Freeman, Aug 15, 1978.

ECOBA 2012. Estrategia para la Conservación del Bosque de Agua. 2012-2030. Fundación Gonzalo Rio Arronte, IAP. Fundación Biosfera del Anahuac, A.C., Pronatura México, A.C. México. 85p.

Espinasa, P. R., 2014, Historia de la actividad del Volcán Popocatepetl, 17 años de erupciones: Centro Nacional de Prevención de Desastres, Dirección de Investigación, Subdirección de Riesgos Geológicos, versión electrónica 2014.

Fries, C., 1960. Geología del Estado de Morelos y de Partes adyacentes de México y Guerrero, Región Central Meridional de México. Instituto de Geología, UNAM.

García, T. F., 2008, *Avalancha de Escombros del Pleistoceno Tardío del Cono Los Pies, Complejo Volcánico Iztaccíhuatl*: Tesis para obtener el título de Maestro en Ciencias en Geología, Opción Riesgos Geológicos, Instituto Politécnico Nacional, 2008.

Gómez-Tuena, A. et. 2005. Subdivisiones de la Faja Volcánica Transmexicana. Fuente: Petrogénesis ígnea de la Faja Volcánica Transmexicana. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Tomo LVII, Núm. 3, 2005, p. 227-283.

IPN-ENCB, 2014. INFORME TÉCNICO, SEGUNDA ETAPA Proyecto: Determinación del estado de salud e indicadores biológicos para la evaluación de la recuperación del río Apatlaco. FONDO MIXTO CONACYT- MORELOS. Clave: MOR-2011-C02-173996. 40 p.

IMTA, TNC, CONABIO 2008. Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad: prioridades en México. SEMARNAT.

IMTA-FGRA 2012. Plan integral para el manejo sustentable de las barrancas del norponiente del estado de Morelos. Instituto Mexicano de la Tecnología del Agua, Fundación Gonzalo Río Arronte. Pp: 139-140, 150, 152, 188, 218. + ANEXO TEC de Monterrey memorias de la sesión del IMTA pdf (instancia responsable de gestión de barrancas).

Jaramillo, F. 2010. La situación de las barrancas de Cuernavaca. En: *El arte de Conservar, Las Barrancas del Estado de Morelos*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT. Pp:16-37.

Kuichiling, Emile. Determinación de escurrimiento pico para el diseño de alcantarilla. Rouchester, NY. 1889.

Macías, J. L., 2005, *Geología e historia eruptiva de algunos de los grandes volcanes activos de México*: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Volumen Conmemorativo del Centenario, Temas Selectos de la Geología Mexicana, Tomo LVII, Núm. 3, 2005, p. 379-424.

Madrigal, U. D., y González, T. M.A., 1996, *Geomorfología glacial y periglacial del Nevado de Toluca*: Ciencias de la Tierra y de la Atmósfera, Vol. 3, Número Uno, Marzo 1996, p. 95-101.

Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. DOF, 27 de marzo de 2015.

Pohle, O. 2006. Estudio geohidrológico para el diagnóstico ambiental, rescate y rehabilitación de las lagunas de Quila y Hueyapan, Municipio de Huitzilac, Estado de Morelos. CRIM, UNAM.

Pohle, O. 2006. Caracterización física del pueblo de San Antón y áreas Adyacentes, CRIM-UNAM.

Pohle, O. 2017. Programa de manejo de la microcuenca de la Barranca de Chalchihuapan. Caracterización y diagnóstico físico. Fundación Biósfera del Anáhuac, A.C., Fundación Doster, A.C., Fundación Río Arronte, IAP. 170 p. + anexos.

Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Cuernavaca, publicado en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad", Órgano del Gobierno del Estado Libre y Soberano de Morelos, No. 4691; así como la publicación del resumen del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Cuernavaca, con el No. 4704, realizado el 1 de mayo de 2009.

RECONCILIA. 2017. Programa de manejo de la microcuenca de la Barranca de Chalchihuapan. Caracterización y diagnóstico socioeconómico y biológico de la microcuenca de Chalchihuapan. Fundación Biósfera del Anáhuac, A.C., Fundación Doster, A.C., Fundación Río Arronte, IAP. Reconcilia. 208 p. + 13 anexos

Rodríguez-López, T., y Guzmán-Ramírez, N. B., 2014, El Manejo del agua e interacciones cooperantes de los usuarios de la barranca Chalchihuapan en el norte de Cuernavaca, Morelos, México: Revista Agricultura, Sociedad y Desarrollo, p. 53-70, 2014.

SINCE, 2010, Sistema para la consulta de la información censal (vectorial), Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEGI), 2010.

Suarez, J., Deslizamientos: Análisis Geotécnico, Zonificación de Susceptibilidad Amenaza y Riesgo, www.erosion.com.co

Thornthwaite C. W. and J. R. Mather, 1957. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. Laboratory of Climatology. Centertown, NJ, USA.

Vázquez, S. L., 1991, Glaciaciones de cuaternario tardío en el volcán Teyótl, Sierra Nevada: Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, Revista Investigaciones Geográficas, No. 22, 1991.

Velasco-Tapia, F., y P. Verma, S., 2001, Estado actual de la investigación geoquímica en el campo monogenético de la Sierra de Chichinautzin: análisis de información y perspectivas: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v. 18, núm. 1, 2001, p. 1-36.

CAPITULO V. PROGRAMAS DE MANEJO Y GESTIÓN COMUNITARIA DE MICROCUENCAS HIDROLÓGICAS DE: EL PANTANO, CHALCHIHUAPAN Y DE LA REGIÓN NORPONIENTE DEL ESTADO DE MORELOS.

RESUMEN: En este capítulo se presentan, una síntesis de la revisión de las experiencias de planificación y gestión de microcuencas que se realizó para Latinoamérica, México y Morelos, así como los resultados de los procesos de elaboración y puesta en marcha de los programas de manejo de las microcuencas de estudio, El Pantano, Chalchihuapan y del Sistema de Barrancas de la Región Norponiente de Morelos, que se llevaron a cabo entre los años 2015 y 2018. La elaboración de estos programas se sustentó en los estudios de revisión, así como en el enfoque de ecología histórica que se aplicó para establecer la evolución biofísica de las microcuencas de estudio, así como caracterizar y diagnosticar los componentes físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales actuales de dichas microcuencas. Asimismo, estos programas incluyen los resultados obtenidos de talleres y mesas de trabajo, de acuerdo con la metodología de la UICN (2009), en las que participaron habitantes de la zona, académicos, miembros de OSC y funcionarios públicos de los tres niveles de gobierno, con el propósito de definir las principales problemáticas ambientales y comunitarias, y llegar a acuerdos sobre las propuestas de solución. Con base en ello, se definieron las líneas y objetivos estratégicos, y sus correspondientes acciones y proyectos destinados a detener el deterioro y establecer las bases de coordinación y cooperación intersectorial para la recuperación ambiental de las microcuencas, y el manejo sustentable del agua, el territorio y sus recursos naturales. Se definieron las acciones prioritarias a desarrollar, así como las instancias responsables de su implementación. El objetivo para el lapso de los años 2019 y 2020 es poner en marcha, gestionar la observancia y difusión de los programas de manejo de las microcuencas, mediante la activa participación de organizaciones civiles y actores sociales clave, para ello se deben gestionar la creación y funcionamiento de comités intersectoriales destinados a la puesta en marcha y seguimiento de los programas de manejo. Cabe destacar que en el caso de la microcuenca El Pantano, se creó el Comité intersectorial en el año 2017, y este ha venido funcionando en la gestión de las acciones prioritarias. En el caso de la microcuenca de Chalchihuapan y del sistema de barrancas del norponiente de Morelos, se propone la creación de los comités intersectoriales correspondientes durante el primer semestre del año 2019.

INTRODUCCIÓN

El programa de manejo de una cuenca o microcuenca hidrológica (MICH), es un instrumento útil para planificar, definir y priorizar las acciones, y comprometer y coordinar a los actores al interior de las comunidades involucradas, para después convertirse en un marco de decisión que sirva de guía para llevar a la práctica las acciones individuales y colectivas. Esto permite coordinar y planificar acciones en el tiempo y en el espacio, además de conseguir concretar acuerdos entre los diferentes actores.

El propósito de un Programa de MICH es que las autoridades, sociedad civil y habitantes locales conozcan, colaboren, se coordinen, participen y sobre todo se comprometan en el proceso de planificación para la definición, priorización y acuerdo de las actividades para la protección, manejo, restauración y aprovechamiento sostenible de una microcuenca. Para ello es necesario elaborar y gestionar los instrumentos legales, institucionales y presupuestales para la coordinación intersectorial que permitan concretar las acciones estratégicas que se propongan en el Programa, de manera que éstas tengan continuidad, y se les pueda dar seguimiento y evaluación.

Los fundamentos teóricos del MICH se presentan en el Capítulo I y las metodologías que se utilizaron para la elaboración de los programas de MICH de los casos de estudio se exponen en el Capítulo II de esta tesis.

En el presente capítulo se presenta en una primera parte una síntesis de la revisión de las experiencias de planificación y gestión de microcuencas en Latinoamérica, en México y en Morelos; para posteriormente poder presentar en una segunda parte, una síntesis de los resultados, lecciones aprendidas y retos de la elaboración, consenso y puesta en marcha de los programas de manejo de las microcuencas de estudio, El Pantano y Chalchihuapan, y del Plan de manejo del Sistema de Barrancas del Norponiente de Morelos, que se realizaron en cumplimiento con los objetivos de la presente tesis.

I.- Experiencias del MICH en Latinoamérica y en México

Cotler y Caire (2009) mencionan que el manejo de cuencas en América Latina ha constituido un instrumento de política ambiental frecuentemente utilizado desde la década de los setenta. Sin embargo, los resultados obtenidos en la región han sido muy disímiles, lo que ha fomentado que numerosos investigadores de distintas instituciones reflexionen, evalúen e identifiquen las lecciones y experiencias obtenidas sobre aspectos conceptuales y metodológicos del manejo de cuencas.

En la región andina, Moreno y Renner (2007), realizaron una evaluación del uso sostenible de la tierra en cuencas hidrográficas de los Andes, que se basa en la experiencia del manejo de cuencas en Ecuador, Perú y Colombia, principalmente.

Por otro lado, tomando como punto de referencia la destrucción ocasionada por el huracán Mitch en Guatemala, Tschinkel (2001), reflexiona sobre los enfoques técnicos y las acciones que se han llevado a cabo, como parte de los manejos de cuencas, para mitigar estos efectos. Este mismo evento hidrometeorológico motivó a diversos investigadores provenientes de la región centroamericana a evaluar los resultados de los manejos de cuencas, y ante los múltiples desafíos sociales y ambientales de la región, delinearon un nuevo marco conceptual y metodológico (Faustino *et al.* 2007).

Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés), como una de las principales agencias que implementan y financian planes de manejo de cuencas a nivel internacional, también se dio a la tarea de revisar y analizar los principales conceptos, metodologías y lecciones del manejo de cuencas, concluyendo que el manejo de cuencas atraviesa hoy en día un periodo de experimentación en el cual todavía coexisten y se mezclan las viejas prácticas con las nuevas (FAO 2007b).

Hay ejemplos a nivel internacional de la gestión integral de cuencas con participación comunitaria, destacando los casos del rescate de las quebradas en Bogotá Colombia, así como en microcuencas de Argentina, Ecuador y en Brasil. A continuación, se presenta una síntesis de algunas de las experiencias de planificación y gestión comunitaria de cuencas y microcuencas hidrológicas en Latinoamérica y México:

1.- Latinoamérica

1.1.- En Brasil se ha desarrollado el proyecto binacional Cultivando Agua Buena ITAIPU, basado en un modelo de gestión, el cual inició en el año 2003, tiene un enfoque de desarrollo rural integral, abarca un área de 8,000 kilómetros cuadrados y una población de un millón de habitantes, con 29 municipios del lado brasileño; la gestión es descentralizada, participativa y por cuencas y microcuencas hidrográficas. En la planificación se promueven sinergias de proyectos con las siguientes características de gestión:

1. Gestión de la información territorial y por cuencas hidrográficas
2. Gestión participativa, para cambios culturales y de comportamiento
3. Gestión de sistemas de producción más sostenibles, para la protección, restauración y conservación de la biodiversidad.
4. Gestión para la sostenibilidad de segmentos vulnerables (comunidades indígenas)

Los actores son: instituciones públicas municipales, estatales y federales, con la participación de propietarios, organizaciones sociales, universidades, escuelas, cooperativas y empresas de la región. Sus principales características son:

1. Una visión y una campaña con bases filosóficas: Carta de la Tierra, la Agenda 21, las Metas del Milenio, la Política Nacional sobre el Cambio Climático, entre otros.
2. Aplica una metodología innovadora que garantiza la aplicación por igual en todo el territorio, capaz de replicarse a otros entornos y diferentes actores sociales.
3. Es protagonizada por una organización territorial líder, con legitimidad institucional y capacidad operativa y permite la construcción colectiva
4. Implementa la gestión por cuenca hidrográfica
5. Aprovecha las competencias regionales en el desarrollo y ejecución de las acciones.
6. Comparte los costos con los asociados locales, y aportaciones de recursos medibles.
7. Monitorea y evalúa los procesos y resultados con toda la sociedad involucrada

1.2.- En Bogotá Colombia.- Se ha implementado el Programa **Corredor de Conservación Chingaza - Sumapaz – Guerrero**, Conectando Bogotá – Región (Sguerra *et al.* 2011), en el que se ha impulsado el concepto de “corredor de conservación” adoptado por Conservación Internacional y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, para la protección de los ecosistemas naturales aledaños a la capital del país y sus municipios circundantes. Se considera esta iniciativa como una aproximación acertada que permitirá la protección de hábitats esenciales para la fauna silvestre, los ecosistemas y los servicios que estos proveen, como la recarga y regulación hídrica, la prevención de la erosión de suelos y la captura de carbono, a la vez que servirá de plataforma de articulación de la gestión ambiental donde concurren seis autoridades ambientales y 22 autoridades territoriales, además de organizaciones de base comunitaria, organizaciones no gubernamentales, academia y gremios.

La implementación de la iniciativa del Corredor de Conservación se basa en la gestión coordinada de actores públicos y privados, alrededor de cinco ejes estratégicos que son:

1. Protección del patrimonio natural y los servicios ecosistémicos

2. Restauración de zonas estratégicas para la provisión del recurso hídrico y para prevención de desastres
3. Implementación de mejores prácticas productivas y desarrollo de procesos de ordenamiento ambientalmente sostenibles
4. Fortalecimiento de capacidades para una gestión coordinada y participativa
5. Gestión del conocimiento

Después de tres años de trabajo conjunto, en los que se recopiló y analizó gran cantidad de información biofísica, se desarrollaron y aplicaron estrategias de participación social e institucional, se obtuvo como resultado la zonificación ambiental del área del corredor, acompañada del diseño de actividades de restauración, conservación y producción sostenible, a corto y mediano plazo. El diseño del Corredor de Conservación permitió la identificación cartográfica de tres tipos de zonas que promueven la protección de la biodiversidad y del recurso hídrico en un área de alta montaña, estratégica para la región y para el país y que son: a) zonas de preservación; b) zonas de recuperación y c) zonas de uso sostenible.

En el proceso de diseño se incorporó un nuevo elemento en la concepción y diseño de los corredores de conservación, para la conectividad biológica para especies focales, y para proteger los servicios ecosistémicos, especialmente los que proveen los ecosistemas de alta montaña que garantizan el abastecimiento hídrico de la ciudad de Bogotá y de los municipios circundantes, incluyendo la adaptación y mitigación del cambio climático, la protección del recurso hídrico, la prevención de desastres y el desarrollo local, contribuyendo así a garantizar la sostenibilidad del desarrollo social y económico regional. De esta manera, se ha avanzado en la construcción de un marco de planificación regional, que facilita la articulación de la institucionalidad ambiental y territorial beneficiando cerca del 30% de la población colombiana.

1.3.- En Argentina, Merlinsky (2013) analiza el conflicto y la experiencia histórica de la gestión del manejo de la **Cuenca Hídrica Matanza-Riachuelo** desde la década de 1990 y hasta el 2005, en que hubo diversos planes, programas e instancias de gobierno y gestión de la cuenca, así como diversas inversiones, concluyendo que en la memoria social, como en la impronta de las políticas de gestión de la cuenca, esto quedó como un plan que fracasó tanto por la sub-ejecución de los programas, la dificultad para ajustar temporalmente las metas de su cumplimiento, y especialmente porque no logró los resultados en la coordinación de las políticas entre las diferentes jurisdicciones de la cuenca.

Durante la segunda mitad de la década del 2000 hubo un proceso de gestión de organizaciones sociales y de demandas de justicia ambiental en la Cuenca Matanza-Riachuelo, que pasó por diversos procesos judiciales a nivel de la Corte Suprema de Justicia, que generaron conflictos que permitieron que se transformaran las demandas sociales en un problema digno de atención, seguida de una cuestión política y finalmente en un asunto que ingresó en la agenda institucional, para movilizar a los actores del Poder Ejecutivo y que se transformara en un asunto que merece la atención del Estado, y así producir transformaciones del esquema de funcionamiento institucional, de coordinación entre las jurisdicciones, y de creación de una nueva autoridad para la Cuenca con capacidad legal para intervenir en el territorio, que abre una ventana de oportunidad para la acción colectiva de las organizaciones en defensa del ambiente, y abre una arena de conflicto de políticas con otros organismos de gobierno para avanzar en el ordenamiento

ambiental del territorio, la gestión del agua y el saneamiento y el control de la contaminación. En resumen, para que el derecho a un ambiente sano pueda ejercerse, es necesario desestabilizar la forma de intervención estatal que es funcional al statu quo existente.

1.4.- La Historia Ambiental del río Machángara, en Quito, Ecuador. - Lasso Otaña (2014), presenta la historia ambiental del río Machángara en la ciudad de Quito, como un marco contextual, que ha evolucionado a partir del aporte de diferentes disciplinas. Relaciona la historia ambiental desde la transdisciplinariedad y considera a la *ecología* como la matriz más importante en la consolidación de la historia ambiental, para integrar a los seres humanos con la naturaleza y todos sus componentes bióticos y abióticos. Analiza la historia ambiental ligada al proceso de modernidad de América Latina, con aumento de la población y de las migraciones del campo a la ciudad y la emergencia de nuevas problemáticas, y de nuevas visiones sobre la relación sociedad-naturaleza.

Hace un análisis de las relaciones sociedad-naturaleza del río Machángara, en las que el acceso a las distintas visiones de los pobladores abrió la posibilidad de conocer distintas formas de relación de los habitantes con el río, a su vez que evidenciaron exigencias hacia las “instituciones” con las que se han dado procesos alrededor del río. Además, se demostró que la existencia de algunos proyectos en los que no se involucra participativamente a los diferentes sectores que conforman a las comunidades agudizan problemáticas sociales y ambientales.

2.- En México se han documentado diversas experiencias de planificación y gestión de cuencas, con la participación y gestión activa de las comunidades locales, de lo cual Cotler *et al.* 2009, y Cotler y Caire 2009, FMCN 2014, y otros autores presentan diversos casos, de los cuales resaltan los siguientes:

2.1. Cuencas de Copalita- Zimatán-Huatulco.- Por medio de una alianza entre Fondo Mundial para la Vida Silvestre (WWF) y Fundación Gonzalo Río Arronte (FGRA), a través del conocimiento generado por expertos y la percepción de los habitantes locales se caracterizó la problemática de las cuencas y se diseñó un sistema de monitoreo de la percepción y la participación social en las mismas. Se definieron, con base en el cambio de uso del suelo, 9 zonas prioritarias en las subcuencas para el desarrollo de proyectos prioritarios con soluciones definidas y consensuadas. Otro esfuerzo importante de la alianza es el dirigido a actividades de educación y comunicación ambiental para lograr la corresponsabilidad de los habitantes en el manejo de las cuencas, a través de la capacitación de maestros y padres de familia de escuelas secundarias y bachilleratos, y difusión en medios de comunicación, artículos, carteles, obras de teatro, etc. Debido a que no existía un plan de manejo integral de las cuencas, se conformó un Grupo Operativo de Trabajo en el que participan además de la alianza, diversas dependencias gubernamentales, lo cual llevó a consensuar un plan de acción para definir la concurrencia de financiamiento y acciones a corto plazo. Esto además contribuyó a contar con un plan de manejo de las cuencas a mediano plazo, en el que se establecen las principales amenazas a los ecosistemas y las acciones para atacar dichas amenazas.

2.2. El Programa liderado por el Dr. Raúl Hernández García Diego en la zona mixteca entre Puebla y Oaxaca, denominado Agua para siempre: alternativas y procesos de participación social, que busca que todas las personas satisfagan sus necesidades mínimas. En este programa se realizó un análisis de las causas principales de las

condiciones de pobreza y se promovió la organización de la población para recuperar tecnologías hidro-agroecológicas tradicionales de manejo de cuencas, logrando la participación de 190 pueblos, en un área de 8000 kilómetros cuadrados, y beneficiando a más de 200,000 habitantes. Aquí se propuso la elaboración de un Plan de Manejo Progresivo, basado en un conocimiento enriquecido a partir de los saberes y experiencias de los habitantes locales y del grupo técnico, para la comprensión de la interacción de los diversos factores (socioambientales) que coexisten en la cuenca, y generar el consenso para priorizar las propuestas de manejo. Se ha desarrollado un importante proceso de capacitación para grupos y pueblos campesinos para la regeneración ecológica de cuencas tributarias y de recarga de acuíferos.

2.3. Subcuenca Támbula-Picachos en San Miguel de Allende, Guanajuato, busca desarrollar estrategias y acciones para mitigar la marginación social, la conservación de servicios ecosistémicos, y la prevención de riesgos naturales, a través de conocer la estructura y función de la subcuenca mediante la caracterización y diagnóstico biofísicos, y del manejo actual de la subcuenca, dividiéndola para ello en zonas funcionales (alta, media y baja). Importante ha sido la creación de un Fondo Verde por parte del ayuntamiento, de fondos recabados a partir de permisos, multas y sanciones, destinados al desarrollo de estudios y proyectos para el ambiente en el municipio, y obligando a los desarrolladores a llevar a cabo acciones de reforestación y mantenimiento en áreas prioritarias del municipio.

2.4. Cuenca Ayuquila-Armería entre Colima y Jalisco, debido a problemas de contaminación del río por parte de un ingenio azucarero, desde la década de los sesentas se iniciaron gestiones por parte de las comunidades y usuarios del río afectados para atender y resolver la problemática, para lo cual se contó con la colaboración de instancias académicas de la Universidad de Guadalajara y de la Reserva de la Biosfera de Sierra de Manantlán, que se integraron primero en un Comité (pro defensa del río Ayuquila-Armería) y posteriormente con la incorporación de actores gubernamentales en un subconsejo de protección y conservación del río, con lo cual se logró para la década de los noventas que el ingenio azucarero se comprometiera a llevar a cabo la mejora de sus procesos industriales para prevenir y controlar la contaminación, logrando en el año 2000 la descarga cero del ingenio; estableciéndose un Programa de Gestión Integral de la Cuenca del Río Ayuquila-Armería, así como un Fideicomiso para el financiamiento del programa. Un importante esfuerzo se ha venido desarrollando mediante campañas de educación ambiental enfocadas al manejo y aprovechamiento de residuos sólidos en diversas comunidades rurales y ciudades de 10 municipios.

2.5. Subcuencas de los Ríos Amecameca y la Compañía, Estado de México. La Asociación Civil Guardianes de los Volcanes ha venido trabajando desde el año 2003 en la planificación y gestión ambiental de las subcuencas de la región poniente de los volcanes Iztaccihuatl y Popocatepetl, a través de diagnósticos colaborativos, creación de instancias multi-actores, diseño y gestión de obras y campañas de concientización en la parte alta y baja de la cuenca.

2.6. La Cuenca endorreica del Lago de Pátzcuaro, a partir del año 2002 se ha venido desarrollando el Plan Estratégico para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, a través del liderazgo y gestión de la Fundación Gonzalo Río Arronte (FGRA) y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), cuyos principales resultados han sido los siguientes: se ha recuperado masa forestal y se han revertido procesos erosivos en 5,627 hectáreas de la cuenca del lago de Pátzcuaro, como resultado de los proyectos de conservación y restauración de ecosistemas forestales que se han impulsado en la

región, como parte de los esfuerzos conjuntos que realizan los gobiernos federal, estatal y municipales en el marco del Proyecto de Gestión Ambiental y Sustentabilidad de la Cuenca. El IMTA considera que hay resultados positivos en las acciones que han venido realizando para atender los problemas prioritarios de la cuenca del lago de Pátzcuaro en materia ambiental, calidad del agua, salud y bienestar público, conflictos sociales, biodiversidad, acuícola, actividad pesquera y recursos económicos.

2.7.- Las microcuencas hidrográficas del Estado de Morelos.- En el caso del Estado de Morelos han habido varios intentos y propuestas para la planificación y gestión de algunas de sus microcuencas hidrográficas (Apatlaco, Yautepec, Cuautla). Ha sido la microcuenca del Río Apatlaco en el norponiente del Estado de Morelos a la que mayores esfuerzos intersectoriales y presupuestos se han destinado para gestionar su protección, restauración, planificación y manejo, iniciando en la década de los noventa con un importante movimiento ciudadano denominado “Salvemos al Río Apatlaco” encabezado por el Movimiento Ciudadano en Defensa del Medio Ambiente MOCEDMA, y en la que participaron diversas organizaciones de la sociedad civil y de la propia Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), en la elaboración de diagnósticos e integración de propuestas para la planificación, estudio, administración y restauración de la microcuenca del Río Apatlaco, y que se resumen en un libro publicado por la UAEM-UNICEDES (1999).

A comienzos del 2000 hubo un importante esfuerzo académico, de Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC), encabezado por el Patronato para el Rescate de San Antón y las Barrancas de Cuernavaca, del Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias de la Universidad Nacional Autónoma de México (CRIM-UNAM) y del municipio de Cuernavaca, en que se impulsaron diversos proyectos de participación comunitaria para el ordenamiento ecológico territorial, creación de áreas naturales protegidas, de restauración ambiental, de saneamiento y uso sustentable del agua.

En la segunda mitad de la década del 2000, el esfuerzo encabezado por parte del IMTA y la FGRA que gestionaron la elaboración y puesta en marcha del Plan Estratégico para la Recuperación la Cuenca del Río Apatlaco (IMTA *et al.* 2008), el cual fue incorporado a las agendas del Gobierno Estatal (Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente -CEAMA-) y Federal (Comisión Nacional del Agua –CONAGUA-) y en el cual se gastaron más de mil quinientos millones de pesos en acciones que se centraron en la construcción o rehabilitación de grandes plantas de tratamiento de aguas residuales, y no se dio atención al manejo de la microcuenca.

Posteriormente, en los años 2012, 2013, y 2017 hubo importantes esfuerzos de participación intersectorial para la elaboración de planes integrales de manejo de las barrancas de Cuernavaca, y del norponiente de Morelos (IMTA-FGRA 2012, CyN Ingeniería y Consultoría de Morelos 2013, El Colegio de Morelos 2018), ninguno de los cuales se ha puesto en marcha.

Durante la administración del gobierno estatal del 2013-2018, las acciones se han centrado en la construcción de importantes sistemas de conducción de aguas residuales y alcantarillado, y en iniciar con la operación de algunas de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, la planificación y manejo de la microcuenca hidrológica del Río Apatlaco no ha sido atendida de forma integral.

En conclusión, del análisis de la información expuesta sobre los casos anteriores, consideramos que al elaborar y aplicar un programa de gestión comunitaria del agua y del territorio tomando como marco geográfico a la microcuenca hidrológica, podemos obtener los beneficios siguientes:

- La planificación y el manejo del territorio y del aprovechamiento de los recursos naturales por microcuenca hídrica permite tener una mejor visión de los problemas, sus causas, sus efectos, las interacciones entre ellos y las alternativas para su solución.
- Se manejan mejor los conflictos y se definen prioridades en forma armoniosa.
- A nivel de microcuenca se puede lograr una participación más inmediata, por el interés común en este nivel de espacio.
- Es posible lograr una mejor explicación a los usuarios de los servicios de la cuenca.
- Se logra mejorar la calidad y cantidad del agua, regular el sistema hídrico, controlar inundaciones, etc.
- Se facilita la organización, concertación y gestión intersectorial para las microcuencas.
- Se promueve la participación comunitaria en la planificación, gestión y desarrollo de las acciones.
- Se logra el liderazgo y compromiso de personas e instituciones
- Hay colaboración de las instancias gubernamentales, de OSC, y del sector privado en todo el proceso.
- Se establecen y observan los planes o programas integrales
- Hay la posibilidad de usar instrumentos legales para obligar a actuar a la autoridad
- Hay continuidad y evaluación de las acciones
- Se mejoran de los indicadores ambientales y sociales a través del tiempo y como resultado directo o indirecto de la aplicación de los planes o programas
- Se contribuye a la conservación y recuperación de ecosistemas

II.- Los procesos de elaboración y puesta en marcha de los programas de MICH, casos de estudio: El Pantano, Chalchihuapan y en la Región Norponiente del Estado de Morelos.

II. 1.- Planificación y gestión comunitaria de la microcuenca hidrológica de El Pantano

La elaboración, consenso y puesta en marcha del Programa de manejo de la microcuenca El Pantano (PMMP) nació como resultado de un movimiento ciudadano en Jiutepec, que durante los últimos 16 años ha venido promoviendo el rescate de las áreas verdes, el agua y los apantles que aún se distribuyen en el municipio, y que son parte del patrimonio natural que es fundamental proteger, para garantizar el desarrollo sostenible y la calidad de vida de todos los seres vivos que comparten este territorio.

Dentro de este contexto, se elaboró el PMMP (Flores- Armillas *et al.* 2018) que establece las directrices para ordenar las acciones que requiere la MHEP, y lograr un uso sostenible del territorio, del agua y los recursos naturales en general. El proceso de elaboración del PMMP se sustentó en los estudios de caracterización y diagnóstico de sus componentes físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales (Ver Capítulo III y Anexo no

III.1) , así como en la organización de cuatro talleres con mesas de trabajo, de acuerdo a la metodología de la UICN (2009) y World Vision (2009), en las que participaron habitantes de la zona, académicos, miembros de OSC y funcionarios públicos de los tres niveles de gobierno, para definir las principales problemáticas ambientales y comunitarias, y llegar a acuerdos sobre las propuestas de solución. Con base en ello, se definieron las líneas y objetivos estratégicos, y sus correspondientes acciones y proyectos para detener el deterioro y establecer las bases de coordinación y cooperación intersectorial para la recuperación ambiental de la MHEP, así como para el manejo sustentable del agua, el territorio y sus recursos naturales.

Para la observancia y seguimiento del PMMP se constituyó, a mediados del año 2017 el Comité de coordinación intersectorial para el manejo y gestión de la MHEP (COMAGENAP), con representantes de los gobiernos Federal, Estatal y Municipal, de las OSC y de la academia. El Comité promueve y participa en la gestión integrada del agua, la biodiversidad, el territorio y los recursos naturales de la MHEP y su zona de influencia, e impulsa las acciones necesarias para resolver la problemática hídrica.

Para dar cumplimiento a las acciones y metas que establece el PMMP, así como para su revisión, actualización y mejora, se propone el seguimiento y la evaluación periódica por parte de la sociedad en general, de los funcionarios en turno y del liderazgo y compromiso que adquiera el Comité para dar cumplimiento a las acciones y metas que establece el PMMP. El objetivo general del PMMP es lograr la integridad, conservación y uso sustentable del territorio, del ambiente, el agua y la biodiversidad de la MHEP, por medio de una efectiva participación ciudadana, impulsada y coordinada a través del funcionamiento del Comité.



El horizonte del Programa de Manejo se propone para un período de 15 años, fundamentado en la situación actual de la MHEP, que en ese período se debe de llegar a un alto porcentaje de saneamiento y reúso del agua residual domiciliaria, de conservación y manejo sustentable de los apantles, incluyendo el restablecimiento de la cobertura forestal nativa en las áreas de importancia ambiental, el establecimiento y observancia del programa de OET de la MHEP, y el establecimiento y funcionamiento de las ANP. Los temas estratégicos identificados en el PMMP son:

- I. Fortalecimiento de capacidades y desarrollo organizacional,
- II. Uso del territorio y conservación y restauración de los recursos naturales.
- III. Gestión y manejo de los recursos hídricos,
- IV. Gestión y manejo de residuos sólidos domiciliarios

V. Programa para conservación de vestigios históricos, y su valoración por la comunidad.

Las acciones prioritarias que se acordaron desarrollar en el primer año de implementación del PMMP (jul-2017-jul 2018) fueron las siguientes:

En cumplimiento al PMNP, de buscar soluciones a problemas reales de las comunidades, se conformaron comités vecinales en la comunidad de Tezontepec y Atlacomulco con el objetivo de apoyar al Secretario técnico del COMAGENAP para resolver los problemas locales que más afectaban en ese momento. Se hicieron gestiones para dar soluciones de falta de agua potable y de riego, la limpieza de canales (apantles) y el entubamiento de otros por las filtraciones que causaban.



Se logró tener acercamiento y mesas de trabajo con el Ayuntamiento de Jiutepec para difundir el PMNP, que es fundamental y primer paso para que la ciudadanía lo conozca. Se trabajó con las comunidades, líderes sociales y autoridades locales en la coordinación con el COMAGENAP. Así mismo con instituciones como el Ayuntamiento, la CEAGUA, el Instituto Nacional de Salud Pública, el Colegio de bachilleres 2 de Atlacomulco, complejos turísticos como Guayacán, la Universidad del estado (UAEM) a través de la escuela de Turismo y la Facultad de arquitectura, la Asociación de viveristas de Begonias, los promotores culturales de Jiutepec y muchos ambientalistas que apoyaron en las tareas. Se logró solucionar problemas de agua, álgidos y rezagados en Tezontepec, a partir de gestionar recursos económicos, materiales y de equipo.

Durante este año se gestionaron la selección de beneficiarios de las ecotecnias en el poblado y ejido de Atlacomulco y las colonias de Lomas de Jiutepec, Villa Santiago y Vista Hermosa del municipio de Jiutepec, a los cuales se les capacito en la construcción de ecotecnias (baños secos, entramados de raíces para tratamiento de aguas grises y su reúso, biodigestores para tratamiento de aguas negras, sistemas de captación, filtrado y almacenamiento de agua de lluvia. Se integro el trabajo con el grupo de viveristas de la MHEP y se participó activamente en las reuniones que se convocan para tratar diferentes temas de protección ambiental y del agua.

Capítulo V.- Programas de manejo de las microcuencas



Se registro en video varios espacios importantes ambientalmente para difundir la importancia de la MHEP, para ello se registró una página de redes sociales Facebook: "Comité de gestión del agua de la microcuenca El Pantano" donde cada semana se está informando y subiendo las actividades del COMAGENAP. En este tenor cabe mencionar que se inició un programa audiovisual en Facebook también a través de la Dirección Jiutepec, Radio, TV y Cinematografía, donde hay presentaciones todos los jueves a las once del día.

Se han realizado y coordinado campañas de limpieza y desazolve en los apantles o canales de la Pequeña Propiedad de Jiutepec, en la comunidad de Tezontepec. Así como el encasquillamiento de tramos de apantles donde se presentaban problemas de filtraciones. Se hicieron diversas presentaciones y conferencias sobre el PMNP, sobre Biodiversidad, en las que además se distribuyeron ejemplares del PMNP y del manual de construcción de ecotecnias. Resaltar que estas publicaciones se distribuyeron en casi todas las dependencias del Ayuntamiento de Jiutepec, de empresas, ejidos, ayudantías municipales, bibliotecas, asociaciones de colonos, y escuelas de la MHEP y sus alrededores.

Se concluyo con la elaboración del Programa de manejo y el Reglamento para la protección de los apantles, dos documentos que se estarán revisando en las próximas semanas con las autoridades gubernamentales y los usuarios del agua, para que sean tomados en cuenta para el futuro, y en su caso se puedan establecer como parte de las políticas públicas y normas de la siguiente administración municipal (2019-2021), y a los cuales se les pueda dar seguimiento y observancia a través del COMAGENAP.



Capítulo V.- Programas de manejo de las microcuencas

Para los próximos 2 años (2019-2020), el objetivo es gestionar la observancia y difusión, mediante la activa participación de organizaciones civiles y actores sociales clave, del PMNP. Entre los principales aportes que se esperan obtener, están los siguientes resultados:

- La gestión y observancia del Programa de manejo de la microcuenca de El Pantano, y el funcionamiento del COMAGENAP, que permita promover alternativas para la protección de espacios naturales y por ende de los ecosistemas, actualización y mejora de los ordenamientos territoriales a través de la participación ciudadana, mantenimiento de espacios verdes y evitar que el desarrollo urbano y agropecuario los destruya, y tener una alternativa para la gestión comunitaria en el manejo integral del territorio y el agua.
- Funcionamiento de la Secretaría técnica del COMAGENAP. Esta Secretaría se encargará de convocar a reuniones ordinarias y extraordinarias, llevar minutas y seguimiento a acuerdos de las reuniones, establecer calendarios de actividades, dar seguimiento al PMNP y a las gestiones del COMAGENAP, además de la elaboración de los proyectos técnicos y ejecutivos, y la gestión de financiamientos y apoyos para el desarrollo de las acciones prioritarias para el uso sustentable del agua y del manejo de la microcuenca.

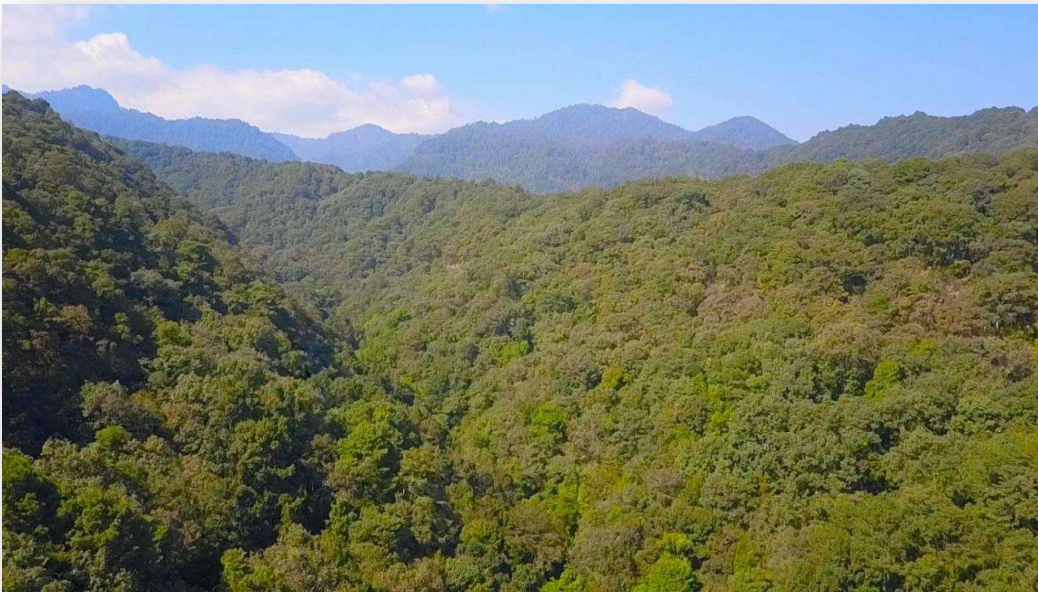


- Distribución y difusión del Programa de manejo, y de los manuales de construcción, mantenimiento y uso de ecotecnias para el manejo del agua.
- Seguimiento al Sistema de monitoreo, y evaluación del Programa de Manejo.
- Elaboración de proyectos técnicos y ejecutivos, y gestión de financiamientos y apoyos para dar cumplimiento a las acciones que fueron detectadas como prioritarias en el PMNP.
- Puesta en marcha del Programa de manejo integral del sistema de apantles y del establecimiento y observancia del Reglamento de protección de los apantles
- Gestión para el establecimiento y manejo de las áreas naturales protegidas en los predios Los Venados y El Pantano.
- Gestión para la revisión y actualización de los Programas de regulación de uso del suelo (PDU y POET locales)
- Propuesta y gestión para la creación y funcionamiento de Consejo Consultivo municipal para el Desarrollo Sustentable, como instancia de participación ciudadana y coordinación intersectorial para la protección del ambiente en el municipio de Jiutepec.
- Elaboración de los estudios de campo y gabinete, y de un Sistema de información geográfica para contar con el inventario y cartografía del sistema de apantles

derivados del manantial Chapultepec, y gestionar que este se incorpore al Catastro del Ayuntamiento de Jiutepec

- Implementación del Programa de educación ambiental para conservación de los apantles y del agua del manantial Chapultepec y de la microcuenca El Pantano

II.2.- Planificación y gestión comunitaria de la microcuenca de la barranca de Chalchihuapan



Para la elaboración del Programa de manejo de la microcuenca de la barranca Chalchihuapan (FUNBA 2018), en una primera fase (en los años 2016-2017) se llevaron a cabo los estudios de campo y la revisión de literatura técnica y científica relacionada con la microcuenca, para establecer los diagnósticos técnicos de sus características abióticas, bióticas, culturales y socioeconómicas, de desarrollo, así como los diferentes planes e instrumentos de conservación de recursos naturales y de ordenamiento territorial vigentes (Ver Capítulo IV).

En una segunda fase, se llevó a cabo el acercamiento con autoridades municipales, estatales y federales, así como con líderes sociales, habitantes y personas interesadas que viven dentro de la microcuenca y su zona de influencia. En su oportunidad se les invitó a participar en talleres, entrevistas y un cuestionario en línea, que se llevaron a cabo para la conformación del Programa de manejo. Los talleres se desarrollaron siguiendo la metodología denominada “Guía para la Elaboración de Planes de Manejo de Microcuencas” preparada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza del año 2009.



Se identificaron aspectos claves que son esenciales para solucionar o revertir las problemáticas ambientales que más afectan a la microcuenca, y que son:

1. Degradación y fragmentación del bosque.
2. Sistema ineficiente de distribución y uso del recurso hídrico,
3. Generación y disposición inadecuada de aguas residuales,
4. Generación y disposición inadecuada de residuos sólidos urbanos,
5. Falta de coordinación interinstitucional y
6. Baja conciencia y cultura ambiental, y reducida participación ciudadana.

Se priorizaron 8 aspectos claves a trabajar para la puesta en marcha del Programa de manejo, y que son:

1. Protección de áreas con fines y potencial de conservación,
2. Diversificación de medios de vida productivos,
3. Administración y gestión del agua,
4. Generación y tratamiento de aguas residuales,
5. Recolección y manejo de residuos sólidos,
6. Fortalecimiento de estructuras y mecanismos de participación ciudadana; más dos aspectos claves transversales:
7. Educación ambiental y ciudadana y
8. Aplicación de la ley.

En conjunto estos aspectos proponen soluciones a alcanzar por los habitantes de la microcuenca en un lapso de 10 años, definiendo para ello la siguiente:

Visión: Para el año 2028 los habitantes de la microcuenca Barranca de Chalchihuapan valoramos la barranca como parte de nuestro patrimonio natural, estamos altamente integrados y colaborando intersectorialmente con los diferentes actores involucrados con la microcuenca. Trabajamos en armonía y participamos en el manejo y uso sostenible de los recursos hídricos y forestales. Estamos informados y desarrollando estrategias efectivas para reducir y reusar los residuos sólidos y las aguas residuales tratadas, diversificar el abastecimiento del recurso hídrico y generar alternativas productivas sostenibles que beneficien a sus pobladores, y en su conjunto permitan la conservación y uso sostenible de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de la barranca.

Para elaborar los objetivos del Programa de manejo, se tomó como base la visión de futuro construida, es decir los objetivos se establecieron en función de los problemas, necesidades y aspiraciones de la población de la barranca, y en sintonía con el diagnóstico previamente realizado. Los objetivos por cada aspecto clave son los siguientes:

1. *Protección de áreas con fines y potencial de conservación.*- Objetivo I: Los habitantes de la barranca con apoyo de las autoridades (municipal, estatal y federal) reconocen sus áreas con fines y potencial de conservación y realizan un uso sostenible de sus recursos. Objetivo II: El Comité de gestión de la microcuenca conformado por comuneros, ejidatarios, habitantes, gobierno y academia, implementa medidas para controlar y evitar el aumento de la frontera agrícola y urbana en las áreas de protección de la barranca.
2. *Diversificación de medios de vida productivos.* Objetivo: Las familias productoras junto con el Comité de gestión de la microcuenca, academia y autoridades, implementan alternativas productivas sostenibles a través de procesos de investigación y emprendimiento.
3. *Administración y gestión del agua.*- Objetivo: Los usuarios del recurso hídrico de la barranca apoyados por autoridades (a nivel local, municipal, estatal y federal); conservan el caudal ecológico de la barranca, realizando un manejo y uso eficiente, organizado y equitativo del agua.
4. *Generación y tratamiento de aguas residuales.*- Objetivo: Los usuarios del servicio de agua aplican técnicas alternativas que disminuyen la descarga de aguas residuales a la barranca, favoreciendo la salud pública y del ecosistema y el reuso de aguas tratadas.
5. *Recolección y manejo de residuos sólidos.*- Objetivo: Los habitantes de la microcuenca, con apoyo de las entidades locales municipales y Organizaciones civiles interesadas en el tema ambiental, desarrollan un adecuado manejo de sus residuos sólidos, mediante un programa de reducción y manejo de residuos sólidos.
6. *Fortalecimiento de estructuras y mecanismos de participación ciudadana.*- Objetivo: Los líderes locales con apoyo de la autoridad, fortalecen la organización a nivel comunitario a través de procesos de sensibilización, capacitación y apropiación del territorio.
7. *Educación ambiental y ciudadana.*- Objetivo: Los habitantes de la microcuenca con apoyo de las entidades gubernamentales, organizaciones culturales y organizaciones civiles, adquieren un sentido de pertenencia por la microcuenca identificando elementos de apropiación y valoran sus recursos naturales.
8. *Aplicación de la ley.*- Objetivo: El Comité de manejo de la microcuenca, mediante un trabajo intersectorial e interinstitucional, incide de manera efectiva ante autoridades de los 3 niveles de gobierno, para dar cumplimiento efectivo a las leyes e instrumentos legales que protegen la microcuenca.

Para operativizar los temas estratégicos priorizados y sus respectivos objetivos, se propusieron las siguientes líneas de acción:

- I. *Programa de recuperación, conservación y manejo de las áreas con fines y potencial de conservación:* Esta línea de acción reúne las actividades de capacitación y sensibilización a la comunidad sobre las áreas de conservación existentes en la barranca, así como las áreas con potencial natural como áreas verdes, zonas ribereñas de la barranca. También incluye la creación e implementación de alternativas y proyectos en pro de la recuperación, conservación y manejo sostenible de estas áreas y sus recursos.
- II. *Programa diversificación productiva:* Esta línea de acción procura generar iniciativas para controlar y disminuir el aumento de la frontera agrícola en las zonas de protección y conservación de la microcuenca, mediante la ejecución de actividades que promuevan el uso sostenible de los recursos y servicios que ofrece la barranca. Esta línea también busca el fortalecimiento y diversificación de los medios de vida productivos tradicionales que se encuentran en la barranca. En la búsqueda de producciones sostenibles, que promuevan la conservación y generen mayores ingresos a las familias productoras.

- III. *Programa de Recuperación del caudal de la barranca Chalchihuapan:* Esta línea reúne las acciones para transportar y usar eficientemente el agua de los afluentes que nutren el caudal de la barranca, así como las acciones para recuperar su ribera, caudal ecológico, fauna y flora nativa.
- IV. *Programa reducción de la contaminación de la barranca Chalchihuapan:* Esta línea de acción considera reducir la contaminación química, (principalmente los agroquímicos usados en los viveros y los químicos usados en las actividades a nivel domiciliario), la contaminación orgánica de origen humano y la contaminación por residuos sólidos. Las acciones abarcan no sólo la contaminación en el sitio o fuente sino también la que se produce por arrastre o lavado.
- V. *Programa de organización y participación ciudadana:* Esta línea se concentrará en actividades de capacitación para el fomento de liderazgo y la organización, así como la creación de espacios de participación e intercambio a diversas escalas, que favorezcan el trabajo interinstitucional, la toma de decisiones y la gestión en general de la microcuenca. También esta línea busca el fortalecimiento y acompañamiento a los procesos de gestión comunitaria ya existentes, con el fin de promover la participación de la comunidad de manera organizada en procesos de conservación y desarrollo de la barranca.
- VI. *Programa de educación ambiental y ciudadana:* Esta línea se concentrará puntualmente en identificar participativamente elementos de apropiación dentro de la barranca, generar espacios de intercambio y capacitación de temas ambientales. Se incluyen también los mecanismos para comunicar, transferir e intercambiar efectivamente información, tanto científica como local de la microcuenca.
- VII. *Programa de coordinación intersectorial:* Esta línea se concentra en las acciones y gestiones que realiza el Comité de gestión de la microcuenca para incidir sobre las diferentes autoridades y entes gubernamentales con injerencia en la barranca. Reúne las acciones encaminadas a que se aplique la legislación, se logre la conservación de los recursos y se implementen de manera adecuada los proyectos, presupuestos y recursos estatales, municipales y locales dentro de la microcuenca. También incluye acciones referentes al control, vigilancia y monitoreo de las acciones o proyectos que se implementan dentro de la barranca.

Para poder dar seguimiento y cumplimiento al Programa de manejo, se tiene contemplado la conformación del Comité de Manejo y Gestión de la microcuenca Barranca de Chalchihuapan. La misión que debe tener dicho Comité es la de promover y participar en la gestión integrada de los recursos hídricos y la conservación de los recursos naturales en el ámbito de la microcuenca y su zona de influencia, e impulsar las acciones necesarias para resolver la problemática hídrica y territorial, con la colaboración de las instancias gubernamentales pertinentes, los usuarios del agua, los dueños y poseedores de la tierra, la sociedad civil organizada y la academia, cumpliendo con lo establecido en el Programa de manejo.

Para cumplir su misión y lo previsto en el Programa de manejo, el Comité tendrá como objetivos generales, coordinar, consultar, y apoyar la ejecución de los objetivos propuestos, mediante la implementación y monitoreo de los indicadores y sobre todo de las líneas de acción; incentivando la participación de todos los actores dentro su ámbito territorial, para así lograr la conservación y uso sostenible de los recursos naturales de la microcuenca.

El objetivo para los años 2019 y 2020 es poner en marcha, gestionar la observancia y difusión, mediante la activa participación de organizaciones civiles y actores sociales clave, del Programa de manejo y gestión comunitaria del agua y el territorio en la microcuenca hidrológica de la barranca de Chalchihuapan. Entre las principales actividades a desarrollar en los próximos dos años en la microcuenca de Chalchihuapan se encuentran las siguientes: Puesta en marcha del Programa de manejo, a través de la conformación y funcionamiento del Comité de manejo de la microcuenca y con la gestión del Secretariado técnico, quien se encargará de elaborar y gestionar los programas y proyectos para la protección, manejo y restauración del territorio, el agua y la biodiversidad. Incluye actividades elaboración, difusión y gestión de programas y proyectos para la conservación y aprovechamiento de recursos naturales, de gestión de financiamiento y apoyos, y de participación comunitaria.

II. 3.- El Plan para el manejo integral del Sistema de Barrancas de la Región Norponiente de Morelos.

Durante el año 2017 y el primer semestre del 2018, se participó, en coordinación con El Colegio de Morelos en el proceso de organización para la elaboración y acuerdo del Plan para el manejo integral del Sistema de Barrancas de la Región Norponiente de Morelos (El Colegio de Morelos 2018), a través de diversos trabajos que se describen en el Capítulo II de la tesis.

La riqueza natural de la región norponiente del estado de Morelos (RNEM) se ha venido deteriorando en las últimas décadas, debido a la crítica situación socioambiental que se viene presentando, por el desarrollo urbano desordenado, la contaminación del agua y el suelo, el deterioro y destrucción de la biodiversidad. Entre las principales causas y problemas que han promovido esta situación se encuentran las siguientes:

- La corrupción y falta de observancia de la ley por la sociedad en general y el incumplimiento de las obligaciones legales de las instituciones gubernamentales,
- La falta de conciencia ambiental y de valoración de las barrancas por parte de la sociedad,
- La falta de financiamiento suficiente, oportuno y continuo para implementar actividades prioritarias para la conservación del sistema de barrancas,
- La falta de continuidad, desarticulación o incompatibilidad entre las políticas públicas, planes, programas, y proyectos de los tres niveles de gobierno para la protección, restauración y uso sustentable de las barrancas,
- Los vacíos de información para la toma de decisiones sustentadas, los intereses económicos particulares por encima de los colectivos en el ámbito gubernamental y social, la falta de corresponsabilidad y de participación social para la solución de los problemas ambientales, y
- La falta de acceso y aplicación de tecnologías apropiadas para un manejo sostenible de los recursos naturales.

El propósito del Plan para el Manejo integral del Sistema de Barrancas es que las autoridades, sociedad civil y habitantes locales conozcan, colaboren, se coordinen, participen y sobre todo se comprometan en el desarrollo de las actividades definidas en el

Plan para la protección, manejo, restauración y aprovechamiento sustentable de las barrancas. Para ello será necesario elaborar y gestionar los instrumentos legales e institucionales para la coordinación intersectorial, que permitan concretar las acciones estratégicas que se proponen en el Plan, de manera que éstas tengan continuidad.

Para lograr esto:

i.- Se revisaron los planes propuestos para la recuperación ambiental del Río Apatlaco (del año 2007), así como los planes vinculados al manejo de las barrancas (2012 y 2013), la Estrategia Estatal sobre biodiversidad de Morelos y la Estrategia de Conservación del Bosque de Agua.

ii.- Además, se analizaron y evaluaron las líneas estratégicas y acciones que se propusieron en estos planes, se realizó la actualización de la información, y la integración de nuevos componentes, para cubrir los huecos u omisiones de dichos planes.

iii.- Se establecieron por primera vez los mecanismos de coordinación intersectorial e institucional para poner en marcha el Plan, y que éste se lleve a la práctica, asegurando su continuidad, definiendo las responsabilidades y compromisos de cada parte, y los mecanismos de coordinación y financiamiento.

Además, se llevaron a cabo 25 reuniones de grupos técnicos y 4 coloquios multidisciplinarios, con la participación de más de 100 personas, entre especialistas en temas ambientales, legales y sociales. En ellos, se analizó información sobre las propuestas y experiencias de los planes y proyectos que se han llevado a cabo sobre las barrancas. Se detectaron fortalezas, debilidades, huecos y omisiones de las iniciativas, y se plantearon saberes y puntos de vista, que tuvieron un papel fundamental en el enriquecimiento del Plan. De esta información, se identificaron ocho líneas estratégicas que funcionaron como temas clave para la elaboración del Plan de manejo integral de las barrancas, y que son las siguientes:

- 1.- Manejo y gestión del agua,
- 2.- Participación ciudadana y educación ambiental,
- 3.- Fortalecimiento institucional y legislación,
- 4.- Planificación y uso sustentable del territorio,
- 5.- Investigación científica y tecnológica,
- 6.- Conservación de la biodiversidad y los recursos naturales,
- 7.- Manejo de residuos sólidos y
- 8.- Financiamiento.

En cada una de estas líneas estratégicas se establecieron sus objetivos, metas, problemas o temas prioritarios a atender, y las acciones a desarrollar. Para la fase de implementación del Plan (que se espera iniciar en el año 2019), se buscará que estas propuestas de políticas públicas de manejo integral de las barrancas por microcuencas hidrológicas efectivamente se concreten y lleven a la práctica, gestionando la coordinación y suma de esfuerzos intersectoriales, así como el seguimiento de las acciones a través de su monitoreo.

Para poner en marcha el Plan para el manejo integral del sistema de barrancas del norponiente de Morelos, se deben priorizar las acciones a desarrollar, y promover el funcionamiento del Comité provisional de gestión para la puesta en marcha del Plan, el cual se integró en noviembre de 2018 con representantes de instituciones y personas que participan voluntariamente, y cuyas principales tareas a realizar en el primer semestre de 2019, deberán ser las siguientes:

1. Elaboración y gestión de la estrategia y mecanismo de financiamiento del Plan. Gestionar los financiamientos y apoyos de instancias públicas y privadas para concretar la primera fase de implementación del Plan.
2. Elaboración, gestión y formal establecimiento del Convenio de coordinación y colaboración interinstitucional e intersectorial para la implementación, seguimiento y evaluación del Plan de Barrancas
3. Gestión para la conformación de la instancia (Consejo o Comité definitivo) de coordinación y colaboración interinstitucional e intersectorial para la implementación, seguimiento y evaluación del Plan (el cual sustituya al Comité provisional).
4. Gestión de financiamientos o apoyos para la creación de un Secretariado Ejecutivo, que permita contar con personal de tiempo completo para la gestión de la implementación del Plan. El Secretariado Ejecutivo será el responsable de dar atención a los acuerdos y programas de trabajo que se establezcan por parte de la instancia de coordinación y colaboración, e implementar las acciones prioritarias definidas en el Plan a desarrollarse a corto y mediano plazos.
5. Promover que la implementación del Plan sea explícitamente incorporada dentro del Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024, y los Programas municipales de desarrollo de la RNEM.
6. Análisis de la legislación y normatividad. Gestión de las propuestas de reformas legales e institucionales que se requieran para el manejo integral de la RNEM y sus barrancas. Gestionar con el Congreso del Estado para que se apruebe la iniciativa de reformas a la ley ambiental de Morelos (Anexo V.1) en materia de participación ciudadana vinculante, y que sea obligatorio para las autoridades estatales y municipales la creación y funcionamiento de los Consejos Ciudadanos de Desarrollo Sustentable, y los Comités de Ordenamiento Ecológico Territorial, así como la planificación y ordenamiento del territorio por microcuencas hidrológicas.
7. Poner en marcha y difundir ampliamente, mediante la activa participación de organizaciones civiles y actores sociales clave, el Plan para el manejo integral del Sistema de Barrancas del norponiente de Morelos.
8. Como parte de la organización del Plan, hace falta una jerarquización de los problemas, para poder determinar la factibilidad de solución de acuerdo con diferentes fases en el tiempo, así como de acuerdo con el impacto que pudieran lograr.
9. Todos los temas y acciones que se proponen desarrollar deben ser analizados a fondo para, valorar su pertinencia y viabilidad, y sustentar las propuestas en sus aspectos técnicos, legales, institucionales y presupuestales.

10. Hacer la revisión, seguimiento y evaluación de los proyectos propuestos para el manejo integral de las barrancas del norponiente de Morelos, y definir las acciones prioritarias concretas que sirvan de proyectos piloto, que generen sinergias y se puedan replicar, y que se desarrollarán en el año 2019 y subsecuentes.
11. Elaboración y gestión de la propuesta para que en el mediano plazo se logre el establecimiento y funcionamiento de un organismo público autónomo, que sea la instancia que pueda trascender administraciones públicas, y tenga una participación obligatoria de instituciones académicas y de OSC vinculantes al quehacer gubernamental, para la planificación y manejo de las barrancas y las microcuencas hidrológicas de la RNEM (Ver Figura V.1 proceso de planificación y MICH).

II.4.- Síntesis de las propuestas de los programas de manejo

De los análisis socio históricos y funcionales de las microcuencas de estudio (Ver capítulos III y IV), así como de los talleres de participación multidisciplinarios se identificaron aspectos claves que son esenciales para solucionar o revertir las problemáticas ambientales que más afectan a las microcuencas, y que son los siguientes:

1. Degradación y destrucción de los ecosistemas naturales y espacios verdes
2. Sistemas ineficientes de distribución y uso del recurso hídrico,
3. Generación y disposición inadecuada de aguas residuales,
4. Generación y disposición inadecuada de residuos sólidos urbanos y agrícolas,
5. Falta de coordinación interinstitucional e intersectorial
6. Baja conciencia y cultura ambiental, y reducida participación ciudadana,
7. La corrupción y falta de observancia de la ley por la sociedad en general y por las instituciones gubernamentales,
8. La falta de conciencia ambiental y de valoración de las barrancas por parte de la sociedad,
9. La falta de financiamiento suficiente, oportuno y continuo destinado a implementar actividades prioritarias de planificación y manejo de las microcuencas,
10. La falta de continuidad, desarticulación o incompatibilidad entre las políticas públicas, planes, programas, y proyectos de los tres niveles de gobierno destinados a la protección, restauración y uso sustentable de las microcuencas y sus recursos naturales,
11. Los vacíos de información en la toma de decisiones sustentadas, los intereses económicos particulares por encima de los colectivos en el ámbito gubernamental y social, la falta de corresponsabilidad y de participación social para la solución de los problemas ambientales, y
12. La falta de acceso y aplicación de tecnologías apropiadas destinadas al manejo sostenible de los recursos naturales.

Entre los temas estratégicos identificados en estos programas de búsqueda de soluciones a estas problemáticas y para el manejo de las microcuencas, se encuentran los siguientes:

1. Protección de áreas con fines y potencial de conservación,
2. Fortalecimiento de capacidades y desarrollo organizacional,
3. Planificación y uso sustentable del territorio

4. Conservación y restauración de la biodiversidad y de los recursos naturales.
5. Manejo y gestión del agua,
6. Gestión y manejo de residuos sólidos
7. Programa de conservación de vestigios históricos, y su valoración por la comunidad.
8. Diversificación de medios de vida productivos,
9. Fortalecimiento de estructuras y mecanismos de participación ciudadana
10. Aplicación de la ley,
11. Participación ciudadana y educación ambiental,
12. Fortalecimiento Institucional y Legislación,
13. Investigación científica y tecnológica,
14. Financiamiento.

En cada uno de estos temas se definieron las acciones prioritarias a desarrollar, así como las instancias responsables de su implementación. El objetivo para el lapso de los años 2019 y 2020 es poner en marcha, gestionar la observancia y difusión de los programas de manejo de las microcuencas, mediante la activa participación de organizaciones civiles y actores sociales clave.

Una vez concluidos los procesos de elaboración y consenso de los programas de manejo, el reto es ponerlos en marcha, y establecer los mecanismos que den las bases de colaboración y suma de esfuerzos interinstitucionales e intersectoriales, que permitan desarrollar las acciones prioritarias previstas a implementarse en el corto plazo, para ello se deben gestionar inicialmente la creación y funcionamiento de comités intersectoriales destinados a la puesta en marcha y seguimiento del plan y los programas de manejo.

La función de estos comités es promover y participar en la gestión integrada del agua, la biodiversidad, el territorio y los recursos naturales de las microcuencas y su zona de influencia, e impulsar las acciones necesarias para resolver la problemática hídrica, de acuerdo con las prioridades establecidas en los programas de manejo. Cabe destacar que en el caso de la microcuenca El Pantano, se creó el Comité intersectorial en el año 2017, y este ha venido funcionando en la gestión de las acciones prioritarias. En el caso de la microcuenca de Chalchihuapan y del sistema de barrancas del norponiente de Morelos, se propone la creación de los comités intersectoriales correspondientes durante el primer semestre del año 2019.

Se considera que la experiencia de los procesos de elaboración y puesta en marcha de los Programas de manejo de las microcuencas de El Pantano y Chalchihuapan, pueden ser de especial utilidad para iniciar procesos similares de participación comunitaria y de coordinación intersectorial, para la planificación y manejo de otras microcuencas prioritarias de la región norponiente de Morelos, e ir avanzando en la integración de un proceso regional de protección y uso sustentable del territorio, la biodiversidad y el agua, buscando la armonía y no la competencia por el espacio y los recursos naturales, con los procesos de desarrollo urbano, industrial y agropecuario de la RNEM, para lo cual puede contribuir significativamente la puesta en marcha y observancia del Plan para el manejo del sistema de barrancas (Ver Figura v.1 proceso de planificación y MICH).

III.- Lecciones aprendidas de los procesos de planificación y gestión del MICH

El MICH representa un instrumento de planificación y gestión del territorio que hasta ahora ha estado centrado más bien en el discurso y los acuerdos de las convenciones internacionales vinculadas a la GIRH, y en los congresos y publicaciones académicas, pero que escasamente se ha traducido en la práctica, mucho menos en la cultura de la sociedad o del quehacer de las instituciones.

En México el MICH incipientemente se ha venido insertado en la legislación y en algunas iniciativas de OSC o de instituciones académicas o de algunas instancias gubernamentales, por promover su desarrollo e implantación dentro de las políticas públicas y de los instrumentos de gestión del territorio, pero que todavía le falta un largo trecho por recorrer para que efectivamente sea valorado y utilizado, como un instrumento que debe ser un marco para integrar y sumar esfuerzos con otros instrumentos vinculados a la planificación y gestión del territorio, como lo son los programas de ordenamiento ecológico y territorial (POET) locales y regionales, las áreas naturales protegidas (ANP) y sus programas de manejo, los programas de desarrollo urbano (PDU), los programas de gestión del agua, las estrategias de conservación de la biodiversidad, etc. así como para su inserción dentro del quehacer de las instituciones gubernamentales que gestionan estos instrumentos, para poder concretarse como una práctica sistemática de la sociedad y de las instituciones públicas para planificar y gestionar integral y estratégicamente el territorio.

Con base en la experiencia del desarrollo de esta tesis, y revisando la hipótesis de trabajo con la que se inició esta investigación (ver 1ª sección en la introducción), se puede afirmar que ciertamente ni los gobiernos ni la sociedad valoran la biodiversidad, el agua y el territorio, y que el proceso de desarrollo de las actividades humanas en la RNEM se ha dado y se continúa dando como resultado, no de un proceso consciente, sustentado, coordinado y organizado de planificación y gestión estratégica e integral del territorio, sino como resultado de los procesos de las inercias del crecimiento de la población humana que espontáneamente o respondiendo a intereses socioeconómicos o políticos por aprovechar espacios aparentemente sin uso o sin valor, fomentan el establecimiento de asentamientos humanos, o la promoción de desarrollos en los que se puedan invertir el dinero que pueda generar ganancias en el corto y mediano plazo, aun a costa de impactar negativamente territorios que no son viables para establecer desarrollos habitacionales, industriales o agropecuarios, porque tienen diversos riesgos ambientales, y que por otra parte generan impactos negativos al ambiente local y regional.

De esta forma se ha venido expandiendo el desarrollo humano en la RNEM a costa del deterioro y destrucción de los ecosistemas y sus servicios ambientales, impactando incluso zonas en las que los usos del suelo no están autorizados para desarrollos urbanos, por ejemplo zonas federales de las barrancas, o áreas o unidades de gestión ambiental de protección y conservación de los POET o de ANP, sin que en la mayoría de los casos la autoridad competente haya actuado para detener, sancionar y revertir las acciones ilícitas o ilegales.

Sin embargo, cabe resaltar también que recientemente ha habido diversos esfuerzos por tratar de crear movimientos e iniciativas tendientes a detener y revertir los efectos de deterioro y sobreexplotación del agua y el territorio en la región norponiente de Morelos, e iniciar procesos de planificación y colaboración intersectorial por la protección y restauración de algunas microcuencas, pero que en la generalidad de los casos han sido esfuerzos no se han llevado a la práctica, o en el caso de que se hayan iniciado su

aplicación o implementación, por diversas causas no han tenido continuidad, y en algunas otras se han generado conflictos o incluso movimientos sociales para detener las acciones e inversiones que se estaban desarrollando para por ejemplo prevenir o tratar aguas residuales, o la sobreexplotación del agua de manantiales y ríos, de establecimiento de ANPs, u OET, etc.

Entre las causas y problemáticas que se han observado al respecto, y que se han enfrentado para incorporar dentro de las políticas públicas, o para la creación y funcionamiento de instancias de coordinación intersectorial para el MICH, destacan las siguientes:

1.- Que el MICH no forma parte de las atribuciones legales de ninguno de los 3 niveles de gobierno.- En las diversas reuniones, talleres y coloquios que se organizaron para el desarrollo de los programas de MICH que se gestionaron durante este proyecto de investigación, fue recurrente la argumentación de representantes de instancias gubernamentales de los tres niveles de gobierno, sobre la imposibilidad de que las instituciones que representan o ellos mismos como funcionarios públicos, se pudiesen involucrar en destinar recursos públicos o asumir compromisos vinculados a la planificación y gestión de microcuencas hidrológicas, ya que en la legislación que rige y da atribuciones a sus instituciones no hay disposiciones que les mandaten de que tengan que atender el tema de MICH. Esto a diferencia de otros instrumentos como lo son el establecimiento y manejo de ANP, la elaboración y observancia de POET, o PDU, en los que explícitamente la legislación les mandata atender la elaboración y observancia de dichos instrumentos, y en los que se deben crear y hacer funcionar instancias de participación intersectorial para la implementación de estos instrumentos.

2.- Que el MICH no forma parte aún de las agendas ni de los temas de atención de las instituciones académicas y de investigación. El desarrollo de trabajos de investigación, y de formación de profesionales o investigadores en temas relacionados con la planificación o gestión del MICH en México comienza a darse en algunas universidades como la de Querétaro, y se han conformado organizaciones nacionales como la Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas, y durante los últimos años se han venido incrementando la publicaciones relacionadas con este instrumento, que en el caso de Morelos destacan las publicadas por investigadores del UNICEDES-UAEM, del IMTA y del CRIM-UNAM. Sin embargo, estos más bien han sido esfuerzos aislados, y que por tanto tienen un gran potencial de desarrollarse como líneas de investigación, laboratorios, centros e institutos de investigación y formación académica, que son necesarios para consolidar al MICH como un instrumento central, integrador y estratégico para la planificación y gestión del territorio a todos los niveles, local, regional y nacional.

3.- Financiamiento para el MICH. Las instituciones gubernamentales como la CONAGUA, CEAGUA, etc. en términos generales no cuentan con partidas presupuestales ni programas destinados al financiamiento para la elaboración e implementación de programas de MICH, y han sido más bien esfuerzos aislados en respuesta al interés particular de algún funcionario público por dar respuesta política a problemas principalmente de contaminación del agua de ríos y lagos, que se han impulsado planes o programas de manejo de cuencas (como la del Lerma, de Pátzcuaro, o del Apatlaco en el caso de Morelos). Pero que no responden a una estrategia gubernamental sistemática y sustentada legalmente.

En el caso de los esfuerzos que se hicieron durante el desarrollo de este trabajo de investigación de solicitud de recursos a instancias como la CONAGUA, CEAGUA, el IMTA

y la Secretaría de Desarrollo Sustentable de Morelos (SDS), para la elaboración de los planes o programas de MICH, la respuesta fue en el caso de la CONAGUA que no cuenta con recursos para el MICH, que no tiene atribuciones legales para el manejo de cuencas hídricas, ni siquiera para la conservación del agua, que su función principal es la administración del agua. Caso similar fue la respuesta de la CEAGUA, y que ellos contribuirían con acciones de saneamiento del agua, como efectivamente lo hicieron en la MBCh. En el caso del IMTA, que si cuenta con un área e investigadores abocados al MICH, la respuesta fue de que se deberían de gestionar recursos externos, por ejemplo para el desarrollo del proyecto de elaboración del Programa de manejo de la microcuenca del Río las Fuentes que inicialmente se elaboró e iba a formar parte de esta tesis. En el caso de la SDS la respuesta fue que no tiene atribuciones legales respecto al MICH, y aunque manifestaron interés en apoyar el MICH, explicaron que estaban muy restringidos presupuestalmente, incluso para atender los instrumentos que explícitamente les marca la legislación atender, como son las ANP y los POET.

Sin embargo, es importante mencionar que representantes de estas cuatro instituciones publicas si participaron en las reuniones, talleres y coloquios a los que convocamos para la elaboración de los programas de manejo de MICH que formaron parte de los casos de estudio de esta tesis.

Es importante resaltar que existen algunos nichos de oportunidad para el financiamiento del MICH, como lo son los apoyos de algunas fundaciones privadas, por ejemplo la Fundación Gonzalo Río Arronte tiene dentro de sus líneas estratégicas de atención y financiamiento el MICH. Otras fundaciones como la Alfredo Harp Helú, la Fundación FEMSA o la Fundación Doster, que apoyan temas de agua, si consideran y apoyan procesos de planificación y gestión del MICH, y que de hecho colaboraron para la elaboración de los programas de manejo que formaron parte de los casos de estudio de esta tesis.

Sin embargo, los procesos de planificación, y especialmente de implementación del MICH son necesariamente de largo plazo, y por tanto requieren recursos materiales, humanos y presupuestales para su continuidad y consolidación, y difícilmente se pueden conseguir y sostener con recursos de fundaciones privadas, de ahí la necesidad de seguir gestionando con los congresos federal y estatal el establecimiento y observancia de legislaciones que mandaten a las instituciones públicas de los poderes ejecutivos (federal, estatales y municipales) la atención de los procesos de elaboración e implementación del MICH, y que los propios congresos aprueben presupuestos destinados para la atención de este instrumento a nivel nacional y por parte de las entidades del país, y el de los propios ayuntamientos.

4.- Vinculación del MICH con otros instrumentos de planificación y gestión del territorio. - En términos generales la elaboración y planificación de instrumentos de regulación del uso del territorio y de protección ambiental como los POET, PDU, ANPs o estrategias de conservación de la biodiversidad, no contemplan dentro de sus procesos de planificación y gestión a las cuencas hidrológicas ni el MICH. En la mayor parte de los casos estos instrumentos se han delimitado y zonificado con base de la protección de remanentes de ecosistemas, o con límites agrarios y políticos (de municipios o entidades federativas), y no con base en límites naturales y de vinculación e integración regional, como pueden ser la cuencas o microcuencas hidrológicas.

Lo anterior, en parte es debido a que ni en las metodologías ni en las disposiciones legales y normativas que regulan la elaboración, establecimiento y observancia de dichos instrumentos, se establece el que consideren como un criterio central de planificación, delimitación y zonificación el que se considere a las cuencas o microcuencas. Por lo que se propone que dicho criterio se considerado como un tema fundamental a incluir en la legislación y normatividad que regula estos instrumentos.

5.- La experiencia de la formación y funcionamiento de los comités de manejo de las microcuencas en los casos de estudio de esta tesis. - Ciertamente ha sido una experiencia complicada la gestión de los procesos de formación y funcionamiento de las instancias de participación intersectorial para la planificación y observancia de los Programas de manejo de las microcuencas de la RNEM, y a continuación se resumen las lecciones aprendidas:

5.1.- Lecciones de la microcuenca El Pantano.- La formación del Comité de manejo de la microcuenca El Pantano se planteó como parte de los trabajos para la puesta en marcha del propio Programa de manejo de la microcuenca, y con altibajos se ha venido gestionando su funcionamiento, lo que ha dependido principalmente de que se cuenten con recursos para sostener al Secretariado técnico del Comité, lo cual es complicado debido a los tiempos y procesos de gestión de dichos recursos con las fundaciones que han venido apoyando. Por tanto, cuando se cuenta con financiamiento el Secretariado puede atender de tiempo completo sus funciones y convocar y dar seguimiento al funcionamiento del Comité, sin embargo, cuando no hay recursos disponibles el Secretariado se tiene que dedicar a otras actividades, y el seguimiento y continuidad de las actividades programadas es muy esporádico o no se realizan.

Sin embargo, cabe resaltar que la participación de los representantes sectoriales: de ejidos, de líderes de colonias y fraccionamientos, de instituciones académicas, de empresas, de OSC, y de instituciones gubernamentales (Ayuntamiento de Jiutepec, CEAGUA,), si ha tenido respuesta y participación a las convocatorias para las reuniones del Comité, e igual se ha tenido respuesta de parte de las dependencias del Ayuntamiento de Jiutepec a las solicitudes de colaboración.

5.2.- Lecciones de la microcuenca de Chalchihuapan.- El proceso de elaboración del Programa de manejo de la MBCh coincidió con las campañas electorales y de las elecciones del año 2018, razón por la cual se tuvo una escasa o nula participación de representantes gubernamentales, y de líderes de ejidos, comunidades y colonias de la MBCh, en las reuniones, talleres y encuestas que se organizaron. Sin embargo, cabe resaltar que si se tuvo respuesta por parte de investigadores y estudiantes de universidades, de organizaciones de habitantes de las comunidades que se dedican al ecoturismo, de representantes de la asociación de colonos de Rancho Cortés, de OSC y de algunos funcionarios del ayuntamiento de Cuernavaca que gestionan las barrancas. Con ellos se logró acordar las responsabilidades, y actividades prioritarias del Comité que deba gestionar el Programa de manejo, y con ellos se elaboró la propuesta de Reglamento interno para el funcionamiento del Comité

Al igual que en el caso de la microcuenca de El Pantano, la posibilidad de crear y hacer funcionar el Comité de la MBCh, depende de que se puedan lograr gestionar recursos para poner en marcha el Programa de manejo, y para contratar

un Secretariado técnico que pueda dedicar tiempo completo a gestionar el Programa de manejo y a convocar el funcionamiento del Comité.

5.3.- Lecciones de la RNEM.- En noviembre de 2018 se logró conformar un Comité provisional intersectorial encargado de poner en marcha el Plan para el manejo integral del sistema de barrancas del norponiente de Morelos, y ya se definió un reglamento interno para su funcionamiento, así como las actividades prioritarias a desarrollar durante el primer semestre de 2019, entre las que destacan la elaboración y gestión de financiamiento, la elaboración y gestión de un convenio de colaboración interinstitucional e intersectorial, y la conformación y puesta en funcionamiento del Comité intersectorial definitivo que sea el responsable de la gestión del Plan.

En este caso los retos principales son tres: 1.- Lograr el funcionamiento del Comité provisional que está integrado por personas voluntarias. 2. Lograr convencer a los potenciales financiadores de instituciones gubernamentales y privadas para conformar un Fideicomiso que permita garantizar los recursos básicos para el funcionamiento de un Secretariado ejecutivo del Comité, y 3.- Lograr sensibilizar y convencer a los nuevos funcionarios federales, estatales y municipales de la importancia estratégica de sumar fuerzas y coordinarse para el manejo del Sistema de barrancas y llevar a la práctica el Plan de manejo, y por tanto firmar el Convenio de colaboración y conformar el Comité definitivo.

IV.- Beneficios, aportes y beneficiarios de la elaboración e implementación de programas de MICH en la RNEM

Beneficios. - Como resultado del trabajo que se realizó para la elaboración de esta tesis, se considera que entre los principales beneficios y aportes que pueden tener el desarrollo de los procesos de planificación e implementación de los Programas de manejo y gestión comunitaria de las microcuencas hidrológicas de “El Pantano”, de Chalchihuapan y del Plan de manejo del Sistema de Barrancas de la Región Norponiente de Morelos, se encuentran los siguientes:

- a. Contar con esquemas de coordinación, priorización, planeación y rendimiento de cuentas;
- b. Contar con el compromiso de participación de diversos actores interesados en y/o responsables del uso y conservación de los recursos naturales y el desarrollo humano en las microcuencas.
- c. Se considera que el mayor beneficio es el de garantizar el funcionamiento de los ecosistemas y sus servicios ambientales, que son la base y única garantía del bienestar, progreso y calidad de vida humana en la región a largo plazo.

Además, se pueden detallar los beneficios siguientes:

1. La concientización social de la situación actual de deterioro de las microcuencas y de la calidad y disponibilidad de agua para diferentes usos,
2. La perspectiva de la pérdida de calidad de vida y de perspectivas de desarrollo,
3. La valoración intersectorial de las microcuencas y de la necesidad de detener y revertir el inadecuado uso del territorio y de los recursos hídricos,

4. La perspectiva de contar con un instrumento de acuerdo intersectorial para la planificación y gestión de las microcuencas,
5. La necesidad de llegar a acuerdos y convenios intersectoriales que establezcan los mecanismos de coordinación y participación de cada sector,
6. La puesta en marcha de los Programas de manejo y las acciones tendientes a detener y revertir el deterioro, y hacer un uso sostenible del territorio y los recursos naturales de las microcuencas,
7. El uso sostenible del agua superficial y subterránea
8. La conservación y calidad del agua para diversos usos, incluido el caudal ecológico, que permita la permanencia en el tiempo de los valiosos bosques riparios, los ecosistemas, y los hábitats de las especies de flora y fauna asociadas a los ríos y humedales,
9. El mantenimiento y mejora de la calidad de vida y usos directamente asociadas a los apantales, ríos, al uso del agua, y del acuífero
10. Además, se destacan beneficios sociales representados en la reducción del deterioro de la salud de los habitantes y el fomento de la cultura de conservación y uso integral y sostenible de la biodiversidad, el agua y el territorio por las poblaciones humanas de las microcuencas.

Aportes.- Con la implementación de estos programas se lograrán además diversos aportes, entre los que se encuentran los siguientes:

- 1.- Una visión estratégica sobre la conservación del agua y la biodiversidad para:
 - Identificar los procesos, amenazas y oportunidades regionales que afectan a las microcuencas.
 - Visualizar las microcuencas dentro de un contexto más amplio y con perspectiva regional.
 - Ayudar a que las instituciones y organizaciones locales se comprometan con los objetivos de estas iniciativas y programas.
 - Contar con información básica y propuestas integrales para el manejo de las microcuencas
 - Enfocar y eficientizar los esfuerzos financieros y humanos en las áreas y amenazas más importantes.
 - Contribuir a que otros instrumentos de planificación, protección y manejo del territorio, el agua y la biodiversidad (POET, ANP, PDU) tengan una planificación más integral y se puedan vincular e integrar espacial y operativamente, optimizando de esta forma los recursos humanos, materiales y presupuestales disponibles, tanto para la generación de los diagnósticos, como la definición o actualización de las estrategias, planes y programas de manejo, y por tanto de las políticas públicas en materia ambiental.
- 2.- Desarrollar capacidades:
 - Aplicar y mejorar metodologías de planificación.
 - Desarrollar capacidades de planificación, monitoreo y aprendizaje de los involucrados.
 - Determinar las capacidades y recursos actuales y necesarios para el futuro.
 - Desarrollar capacidades en las comunidades para la construcción, uso y mantenimiento de ecotecnias o tecnologías alternativas para el abastecimiento de agua potable, y el tratamiento de aguas residuales y su reúso a nivel domiciliario o de la comunidad.

3.- Promover la coordinación intersectorial:

- Identificar los ejes de colaboración y sinergia entre instituciones gubernamentales, de la academia y de las OSC
- Facilitar la coordinación entre todos los actores para lograr las metas de los Programas de manejo
- Promover el intercambio de información, recursos y experiencias.

4.- Influir en las políticas públicas:

- Construir una agenda ambiental sólida que sea tomada en cuenta por los tomadores de decisión para influir en sus políticas para la conservación y desarrollo de las microcuencas y de la región norponiente de Morelos.
- Generar apoyo institucional y político durante el proceso.
- Gestión de las OSC para que dichas políticas se traduzcan en acciones

5.- Atraer financiamientos y apoyos:

- Promover que las inversiones y financiamientos se prioricen en las acciones y áreas estratégicas que los Programas de manejo determinen
- Planear la inversión eficiente de los recursos disponibles
- Promover la colaboración y no la competencia por los recursos disponibles

Beneficiarios.- Las OSC interesadas en detener y revertir el deterioro del ambiente, de las microcuencas y de contar con un instrumento para la gestión comunitaria de cada microcuenca, serán de las principales beneficiarias con el desarrollo de los Programas de manejo.

Los dueños y poseedores de la tierra, que contarán con un instrumento integral para la planificación, manejo y aprovechamiento sostenible de sus territorios y sus recursos naturales.

Las instituciones académicas cuyo tema de investigación sea el ambiente, el MICH representa un nicho de oportunidad para desarrollar líneas de investigación-acción participativa que contribuyan al conocimiento, la formación académica y de profesionales para la planificación y gestión de la conservación de la naturaleza, del manejo integral y el uso sostenible de la biodiversidad, del agua y del territorio, y que su trabajo académico y de investigación tenga aplicación local, y a que los centros de investigación pasen de ser meros consultores de las instancias de gobierno y contribuyan a la toma de decisiones estratégicas para las regiones donde se ubican.

Es importante destacar que otros beneficiarios serán también las autoridades e instituciones gubernamentales de los tres niveles de Gobierno vinculados con el agua, con el territorio, con la protección del ambiente, y el desarrollo urbano y agropecuario, al contar con un esquema de planificación acordado e implementado intersectorialmente, para la protección, restauración y uso sostenible del agua, del territorio y recursos naturales de cada microcuenca y de la RNPM.

En conclusión, el principal beneficio de contar con los Programas de manejo de las microcuencas será el lograr la conciencia y colaboración intersectorial para armonizar la protección y uso sostenible del territorio, la biodiversidad y del agua de cada microcuenca y de la RNEM en su conjunto.

V.- Retos para la implementación y continuidad de los programas de MICH

De la experiencia que se tuvo durante estos 4 años de investigación-acción participativa para la elaboración, consenso y puesta en marcha de los programas de manejo de las microcuencas de estudio y de la RNEM, se considera que hay 3 retos principales para la implementación, la continuidad de los programas y principalmente para que se vayan concretando los objetivos, metas y acciones de manejo de las microcuencas, y son los siguientes:

1. La concientización, aceptación y participación coordinada de los principales sectores (gobiernos, dueños y poseedores de la tierra, y empresarios) de la importancia estratégica de participar y coordinarse para la planificación y manejo del territorio por microcuencas hidrológicas.
2. La de contar con los instrumentos legales e institucionales para que el MICH sea viable y sea un mandato del quehacer de las instituciones gubernamentales, y que no esté sujeta a la voluntad política de los gobernantes y funcionarios en turno.
3. La de contar con financiamiento, recursos humanos, materiales e institucionales para establecer y dar continuidad al proceso del MICH

Y en atención a estos retos se proponen las siguientes:

Recomendaciones para fortalecer los procesos de elaboración y observancia de los planes y programas de MICH en México y en Morelos, se propone considerar lo siguiente:

- Que los Programas de MICH se fundamenten en la elaboración y análisis de la evolución biofísica y humana de la microcuenca, utilizando como instrumento a la ecología histórica, como una de las mejores herramientas de investigación a fin de tener una visión integral, tanto espacial como temporal del origen, evolución, tendencias y funcionamiento actual de la microcuenca, y con base en ello sustentar las propuestas de manejo.
- Que la planificación y gestión de las microcuencas no se haga de forma aislada, sino considerando los vínculos e interacciones que tiene tanto naturalmente como por la acción del hombre con microcuencas vecinas y a nivel regional, en cuanto a flujos del agua, aire, especies, etc. para efectivamente tender a un manejo holístico del agua, la biodiversidad y el territorio, y considerar los vínculos que estos tienen con las actividades humanas de desarrollo y de uso del suelo, como son la urbanización, las actividades agropecuarias e industriales, etc.
- Considerar y reconocer los sistemas de flujos regionales de agua dentro y entre las microcuencas, de manera superficial y subterránea, y sus efectos en cuanto a la calidad y cantidad de esta, en función del grado de conservación de los ecosistemas y los usos del suelo a nivel regional, y los impactos positivos y negativos que esto tiene por la acción del hombre. Reconocer el funcionamiento natural de los flujos de agua y de los servicios ecosistémicos como punto de partida hacia cualquier iniciativa de manejo integral de recursos naturales.

- Gestionar la incorporación legal e institucional en las políticas públicas de iniciativas de planificación y manejo del territorio y el agua por microcuencas hidrológicas en Morelos.
- Promover la participación ciudadana y la colaboración intersectorial para la puesta en marcha del Plan de manejo de las barrancas de la RNEM, y de los programas de manejo de las microcuencas de Chalchihuapan y El Pantano, a través de la creación y funcionamiento de los comités intersectoriales para la gestión de estos instrumentos.
- Gestionar la aprobación por el Congreso del Estado de las reformas a la ley ambiental del estado (LEEPAEM) para que entre otros temas sea obligatoria la creación y funcionamiento de los consejos y comités estatales y municipales de desarrollo sustentable y de OET, y que los acuerdos de estas instancias sean vinculantes al quehacer de los poderes ejecutivos, para que la planificación y ordenamiento del territorio estatal y locales sea parte de las funciones obligatorias del quehacer gubernamental, y se haga por microcuencas y con participación ciudadana y de la academia (Anexo V.1).
- Elaborar y gestionar propuestas de integración, vinculación y gestión de los planes y programas de MICH con otros instrumentos de planificación y gestión del territorio y de protección de la biodiversidad y el agua, como son los OET y las ANP.
- Aprovechar la gran fortaleza que tiene Morelos en cuanto centros de investigación, instituciones académicas e investigadores, y organizaciones de la sociedad civil para sumar esfuerzos a favor de la planificación, manejo y aprovechamiento integral del privilegiado territorio con el que cuenta Morelos, a través del MICH.

BIBLIOGRAFÍA DEL CAPITULO V

Cotler, H., Blasco, C., Hernández, R., González, I., Herrerías, G., Illsley, C., Pineda, R. y T. Román. 2009. Algunos factores de éxito para el manejo integral de cuencas en México. WWF y Fundación Gonzalo Río Arronte IAP.

Cotler, H., Caire, G. 2009. Lecciones aprendidas del manejo de cuencas en México. INE. 380 p.

Cotler, H., Blasco, C., Hernández, R., González, I., Herrerías, G., Illsley, C., Pineda, R. y T. Román. 2009b. Algunos factores de éxito para el manejo integral de cuencas en México. WWF y Fundación Gonzalo Río Arronte IAP.

Cotler, H. (Coordinadora) 2010. Las Cuencas Hidrográficas de México. Diagnóstico y Priorización. 231 p.

CyN Ingeniería y Consultoría de Morelos. Ayuntamiento de Cuernavaca, Huitzilac, Temixco y Xochitepec. 2013. Plan Estratégico para la Recuperación Ambiental de las Barrancas del Norponiente de Cuernavaca. 294 p.

El Colegio de Morelos 2018. Plan para el manejo integral del Sistema de barrancas del norponiente de Morelos. Jaramillo-Monroy, F. González-Zurita, J. y Flores-Armillas, V. (editores). El Colegio de Morelos, Fundación Biosfera del Anahuac, A.C. Reconcilia, A.C. Cuernavaca, Morelos, México, 158 p.

FAO, 2007. La nueva generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas. FAO, Roma, 139 pp.

Faustino, J; Jiménez, F; Kammerbauer, H. 2007. La cogestión de cuencas hidrográficas en América Central: planteamiento conceptual y experiencias de implementación. Turrialba, CR, CATIE. 25 p.

Flores-Armillas, V., Jaramillo-Monroy F. Pohle-Morales, O., Rodríguez de Gante, C. Rodríguez de Gante, J.L. 2016. Nanocuenca El Pantano, Programa de manejo y gestión comunitaria del Agua y el territorio. Morelos: Fundación Biosfera del Anahuac, A.C. 112 p.

FMCN 2014. Programa Cuencas y Ciudades. Manejo integral de cuencas a través de la participación social y la visión de largo plazo. FGRA. México. 25 p.

FUNBA 2018. Programa de manejo y gestión comunitaria del agua y el territorio de la microcuenca “Barranca Chalchihuapan”. Flores-Armillas, V.H., Jaramillo-Monroy, F., Ospina-Rojas, D.F., Guevara-Martínez, J.A., Pohle-Morales, O. (Editores). Fundación Biosfera del Anahuac, A.C. Reconcilia, A.C. Fundación Doster, A.C. Fundación Gonzalo Río Arronte, IAP. CONACyT, CIByC.-UAEM, Cuernavaca, Morelos, México. 111 p + anexos.

IMTA, FGRA, SEMARNAT, CEAMA CONAGUA, 2008. Plan Estratégico para la recuperación la Cuenca del Río Apatlaco. 172 p.

IMTA-FGRA, 2012. Plan integral para el manejo sustentable de las Barrancas del Norponiente del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos. 291 pags, mas 10 anexos.

Merlinsky, G. 2013. Política, derechos y justicia ambiental. El Conflicto del Riachuelo. FCE. Argentina. 277 p.

Moreno, A. y Renner, I. 2007. Gestión integral de cuencas. La Experiencia del proyecto Regional Cuencas Andinas. Centro Internacional de la Papa. Perú. 237 p.

Sguerra, S., P. Bejarano., O. Rodríguez, J. Blanco, O. Jaramillo, G. Sanclemente. 2011. “Corredor de Conservación Chingaza – Sumapaz – Guerrero. Resultados del Diseño y Lineamientos de Acción”. Conservación Internacional Colombia y Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá ESP. Bogotá, Colombia.184 pp.

Tschinkel, 2001. Enfoques más efectivos para el manejo de cuencas hidrográficas en los ríos Motagua y Polochic. USAID/G-CAP. 87 p.

UAEM-UNICEDES, 1999. Perspectivas para el Desarrollo Social en la microcuenca del Río Apatlaco. 460 p

UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), 2009. Guía para la Elaboración de Planes de Manejo de Microcuencas. Basada en la sistematización de la experiencia del Proyecto Tacaná, desarrollada en San Marcos, Guatemala.

World Vision. 2000. Manual de manejo de cuencas. Visión Mundial Canadá. 107 p.

DISCUSIÓN, RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

Con base en la revisión de los fundamentos teóricos, de las experiencias de planificación y MICH encontradas en la literatura, y de las experiencias observadas en las microcuencas de estudio durante la realización de esta tesis, se hacen varios análisis de los fundamentos del MICH, así como recomendaciones y propuestas que se deben considerar para el MICH. Se encontró que en muchos sentidos en México el MICH es un instrumento que ciertamente resulta de interés de muchos sectores, especialmente el gubernamental, el académico y el de OSC, sin embargo, carece de los fundamentos técnicos, legales e institucionales para poder ser realmente un mecanismo que pueda generalizarse en el desarrollo de procesos de participación ciudadana e intersectorial en el MICH, en la planificación y gestión del ambiente en general y en las estrategias de desarrollo.

Se requiere aun de un importante esfuerzo de gestión con el fin de que el MICH efectivamente llegue a formar parte de las políticas públicas y de los instrumentos de planificación y manejo integral del territorio y el agua. Por lo cual se hacen diversas propuestas de mejora de los instrumentos legales, institucionales y de participación ciudadana en los procesos de planificación, manejo y gestión del MICH. Estas propuestas se han diseñado en relación con cuáles han sido los aciertos y los desaciertos, cuáles son los huecos u omisiones, para con base en ello establecer que es lo que está faltando para el MICH, y que se pueda aplicar en México y en Morelos. Los análisis y propuestas versan sobre los temas siguientes:

1. El uso de la ecología histórica como instrumento para la planificación del MICH.
2. Los conceptos de cuenca hidrográfica y de cuenca hidrológica y su aplicación para el MICH.
3. La mayor viabilidad del MICH por microcuencas.
4. La conservación de ecosistemas como premisa para un manejo integral de cuencas.
5. La relevancia de priorizar la vinculación entre áreas urbanas y rurales para el MICH
6. ¿Realmente se está haciendo un MICH en Latinoamérica y en México?
7. El MICH en México
8. La vinculación del MICH con otros instrumentos de planificación y gestión del territorio (OET, ANP).
9. La carencia de financiamiento de instancias públicas y privadas para la elaboración e implementación del MICH.
10. La necesidad de reformas a la creación y funcionamiento de los Consejos de Cuenca.
11. Las OSC e instituciones académicas como instancias para la planificación y gestión del MICH.
12. Hacia un modelo de MICH en Morelos.
13. ¿Que se requiere para concretar el MICH en México y en Morelos?

1.- El uso de la ecología histórica como instrumento para la planificación del MICH

Prácticamente no existen en la literatura experiencias de utilizar la ecología histórica como instrumento para el proceso de planificación y gestión del MICH, en los casos en los que se ha hecho un diagnóstico biofísico del territorio, este se realizó partiendo de la situación actual de las microcuencas, sin indagar en la evolución biofísica y del uso humano de ese territorio. Se considera que el trabajo realizado en las microcuencas de estudio de esta tesis representa una contribución para la planificación del MICH mucho más integral y regional, en el sentido de que, con base en el análisis de la evolución histórica del ser humano con el ambiente, poder entender el por qué tiene las características actuales de estructura y funcionamiento del territorio, del agua, la biodiversidad y de la evolución e impacto humano en la modelación del paisaje en una microcuenca hidrológica y de la región donde esta se ubica, y en base en ello poder tener fundamentos, estrategias y políticas para organizar su manejo con una perspectiva estratégica y previendo las tendencias de su evolución en el futuro.

La ecología histórica nos permite vincular la evolución geológica del territorio de lo que hoy es Morelos con las microcuencas donde hay fallas geológicas importantes, donde existió vulcanismo pasado y reciente, y donde el proceso de formación de humedales y úvalas repercutió en zonas de mayor afectación por los sismos. Todo ello nos permite planificar para prevenir riesgos en el uso del suelo en la microcuenca, y hacer un uso del suelo más integral y sustentable, si el MICH se realiza con base en el análisis de la evolución biofísica de la microcuenca y de la región donde esta se ubica.

Considerar como instrumento de planificación del MICH a la ecología histórica nos ayuda a poner los pies en la tierra, a objetivamente ubicarnos en el proceso de evolución de la interacción hombre-naturaleza, nos ubica y contribuye a poder entender el espacio y tiempo en el que nos encontramos como sociedad o como grupo humano que compartimos el uso y manejo de un territorio o cuenca hidrológica, y con base en ello, plantear estrategias fundamentadas para nuestra interacción con el ambiente.

2.- Los conceptos de cuenca hidrográfica y de cuenca hidrológica y su aplicación para el MICH

Se considera pertinente establecer con claridad el concepto de la unidad de planificación, manejo y gestión de la cuenca, ya que de ello depende la visión parcial o integral u holística del manejo integrado de cuencas. Si consideramos que por una parte hay toda una corriente de pensamiento que se inclina por el MICH entendida esta solo como cuenca hidrográfica, es decir considerar solo la porción o zona superficial de la cuenca, se evidencia que actualmente en general, se está desatendiendo el funcionamiento real de la cuenca hidrológica al ignorar la hidrogeología y el sistema de flujos subterráneos o *tothianos* (flujos locales, intermedios y regionales, Huizar 2017), cuando en realidad están estrechamente vinculados.

Algunos autores establecen que la diferencia entre cuenca hidrográfica y cuenca hidrológica es la porción de la tierra que comprende cada una, unos autores consideran a la primera como la parte o porción superficial de la cuenca y a la segunda como el espacio subterráneo de la cuenca. Sin embargo, otros autores consideran que el concepto de cuenca hidrológica es más integral y comprende ambos espacios (superficial y subterráneo) de la cuenca, y por tanto que la cuenca hidrográfica está contenida dentro de la cuenca hidrológica. Ejemplo de lo anterior son las definiciones siguientes:

- El territorio de cualquier superficie del planeta está ordenado o seccionado por cuencas hidrográficas. Existe una diferencia entre cuenca hidrográfica y geohidrológica. La primera es el área que recibe el agua que va hacia el río y la segunda es la cuenca que contiene el agua subterránea, cuyos límites no siempre coinciden con los de la primera (Maderey y Gutiérrez 2013).
- Las cuencas hidrológicas son unidades morfológicas integrales que además de incluir el concepto de cuenca hidrográfica, abarcan en su contenido, toda la estructura hidrogeológica subterránea del acuífero como un todo (<http://es.slideshare.net/jonadark/diferencia-entre-cuenca-hidrogrfica-y-cuenca-hidrolgica>).
- Cuenca hidrológica se define como la unidad del territorio, normalmente delimitada por un parteaguas o divisoria de las aguas, en donde ocurre el agua en distintas formas y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal. (<http://www.inecc.gob.mx/dgioece/glosario.html>)
- **Cuenca Hidrográfica es la** Unidad natural definida por la existencia de una división de las aguas en un territorio dado. Las cuencas hidrográficas son unidades morfológicas superficiales.
Cuenca Hidrológica es la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parteaguas o divisoria de las aguas –aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad-, en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aun sin que desemboquen en el mar. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica particular, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, y otros recursos naturales relacionados con éstos. La cuenca hidrológica conjuntamente con los acuíferos constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos. LAN.- Artículo 3 Fracción XVI. (www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=3&n2=60&n3=89)
- Una cuenca hidrográfica y una cuenca hidrológica se diferencian en que la primera se refiere exclusivamente a las aguas superficiales, mientras que la cuenca hidrológica incluye las aguas subterráneas (acuíferos) [http://www.unesco.org/uy/phi/biblioteca/bitstream/123456789/282/1/Balance+Hidrico+Superficial+Rio+Cascajal+\(Peru\).pdf](http://www.unesco.org/uy/phi/biblioteca/bitstream/123456789/282/1/Balance+Hidrico+Superficial+Rio+Cascajal+(Peru).pdf)
- En el territorio los flujos de agua superficial y subterránea no siempre tienen los mismos límites, ya que responden a dinámicas hidrológicas que son espacial y temporalmente distintas. De esta forma, los flujos de agua superficial que se relacionan con la cuenca hidrográfica se refieren a ríos y arroyos, directamente alimentados por la precipitación y los escurrimientos, y los flujos de agua subterránea vinculados con la cuenca hidrológica están relacionados con los acuíferos, que se irán recargando en función del estrato geológico y las direcciones de los flujos. Estos dos tipos de flujo (superficial y subterráneo) tienen una relación estrecha y es necesario comprender y estudiar su dinámica de manera interrelacionada (SEMARNAT 2013).
- Una cuenca hidrográfica es una unidad del territorio cuya topografía hace que el agua drene hacia un punto común en su parte más baja (la boca de la cuenca). El concepto de cuenca hidrológica considera también la dinámica del agua en el subsuelo, por lo que, al

incluir los aspectos geológicos, permite identificar la localización de acuíferos y sus zonas de recarga (Maass 2015).

- En la naturaleza, el agua superficial y el agua subterránea están íntimamente relacionadas y forman parte del ciclo hidrológico, que es el movimiento re-circulatorio continuo de las aguas terrestres. El agua superficial puede convertirse en agua subterránea mediante la infiltración, mientras que el agua subterránea puede aflorar en la superficie mediante su descarga en forma de manantiales, que constituyen el flujo base de arroyos y ríos perennes.
- Aun cuando las aguas superficiales y subterráneas forman parte del ciclo hidrológico, difieren en dos aspectos importantes:
 - 1.- El agua superficial se renueva constantemente, usualmente en unos días o semanas, mientras que el agua subterránea fluye lentamente, pudiendo tomar décadas, siglos o aún más tiempo para renovarse. Y
 - 2.- El agua superficial potable es actualmente escasa, particularmente cuando se compara con los grandes volúmenes de agua subterránea que son aprovechados mediante pozos profundos.
- En relación a los puntos anteriores y considerando que las aguas superficiales se encuentran a tal punto comprometidas que la mayor parte del agua para fines de abasto humano proviene del acuífero, se llega a una paradoja hidrológica insostenible: Se extrae una cantidad creciente de grandes volúmenes de agua subterránea para su uso, y después de éste, se retorna como agua residual muy contaminada (inadecuada para su consumo humano e incluso riego), impactando a los cuerpos de agua superficial y por consiguiente, obligando a una mayor explotación del mismo acuífero; con el agravante de que por la lenta renovación de éste último y su capacidad limitada de almacenamiento, se tiende hacia su sobreexplotación (Pohle 2015).

Con base en los anteriores conceptos, se considera que la definición de cuenca hidrológica es más integral que la de cuenca hidrográfica. Las cuencas hidrológicas son unidades morfológicas integrales y además de incluir el concepto de cuenca hidrográfica, abarcan en su contenido, toda la estructura hidrogeológica subterránea del acuífero como un todo.

Por lo que, para efectos de esta investigación se consideró como concepto de análisis y propuestas a la cuenca hidrológica, entendida esta como el espacio integral de la cuenca: el aéreo o cuenca atmosférica (donde se concentra el agua de las nubes que es lo que alimenta a las porciones de la cuenca superficial y subterránea, a través de la lluvia o agua que cae verticalmente y el agua horizontal que mantiene la humedad en la atmósfera de la cuenca, la parte terrestre (cuenca hidrográfica) y el espacio subterráneo de la cuenca (que conforma el acuífero o espacio subterráneo de la tierra y el estrato rocoso en la cual está inmersa el agua), donde se filtra, almacena y fluye el agua de las partes altas a las partes bajas de la cuenca, y que finalmente sale a la superficie a través de manantiales dando lugar a arroyos, ríos o lagos, o que fluye hacia el mar. En resumen, hay una interacción continua entre los tres espacios de la cuenca: la atmosférica, la superficial y la subterránea, a través del flujo del agua por los distintos componentes de la cuenca, la atmósfera, la biodiversidad, el suelo, y la roca.

Es decir, para fines naturales y humanos hay todo un proceso de interacción continua de intercambio del agua del espacio aéreo o atmósfera sobre la cuenca, de la porción superficial y

subterránea, y por tanto se considera que para los propósitos del MICH, de planificar y gestionar las cuencas o microcuencas, con una visión solo de cuenca hidrográfica, como lo proponen diversos autores (ver más adelante*), es una visión que limita el manejo integral u holístico de la cuenca en general y del agua en particular, por lo que la planificación y gestión del MICH se debe hacer por cuencas hidrológicas.

Existe un vínculo estrecho del proceso de interacción entre la parte aérea de la cuenca con la porción terrestre y subterránea de la cuenca. Para ello un buen ejemplo es observar y analizar el proceso histórico de lo que ha sucedido con la transformación de la cuenca de México (donde hoy se asienta la zona metropolitana de la CDMx), y como la contaminación del espacio aéreo ha repercutido en la contaminación y lluvia acida que afecta a especies y ecosistemas dentro y alrededor de la Cuenca, y al ciclo hidrológico de la porción aérea de la cuenca (durante los últimos 150 años se han venido incrementando los promedios de la precipitación pluvial y disminuido la evapotranspiración), con la porción terrestre de la cuenca (que ha sido transformada, de ser un gran lago rodeado de ecosistemas forestales, a una plancha de cemento (lo que ha afectado el microclima) y la porción subterránea de la cuenca (al perderse la infiltración de agua a los acuíferos), lo cual adicionalmente impacta a las cuencas vecinas por la interacción humana.

*Varios de los autores consultados sobre el MICH (FAO 2007, World Wilson 2000, SEMARNAT 2013, Cotler 2009, Cotler y Caire 2009) hacen referencia a la planificación, gestión y manejo solo de las cuencas hidrográficas y no de las cuencas hidrológicas, o cuando hacen alguna referencia al agua subterránea, proponen que estos espacios se estudien y manejen por instancias y de forma distintas.

Cotler y Caire (2009:252-253) establecen que: “Es importante señalar que, a partir del momento en que todos los datos relacionados con el agua, como componente de los ecosistemas y como recurso vital para la sobrevivencia humana, señalan un grave estado de deterioro, que apunta hacia escenarios futuros cada vez más inciertos, el uso del enfoque de cuencas en la planeación deja de ser opcional. Mientras el agua discorra de las partes altas hacia las partes bajas, la dinámica del ciclo hidrológico (recarga, infiltración, escurrimiento, evapotranspiración, almacenamiento) sólo puede entenderse desde la perspectiva de una cuenca hidrográfica”*.

*“Sólo estamos refiriéndonos a la parte superficial de la dinámica hidrológica, que, si bien está íntimamente relacionada con la dinámica del agua subterránea, el estudio de esta última amerita una unidad de atención distinta”.

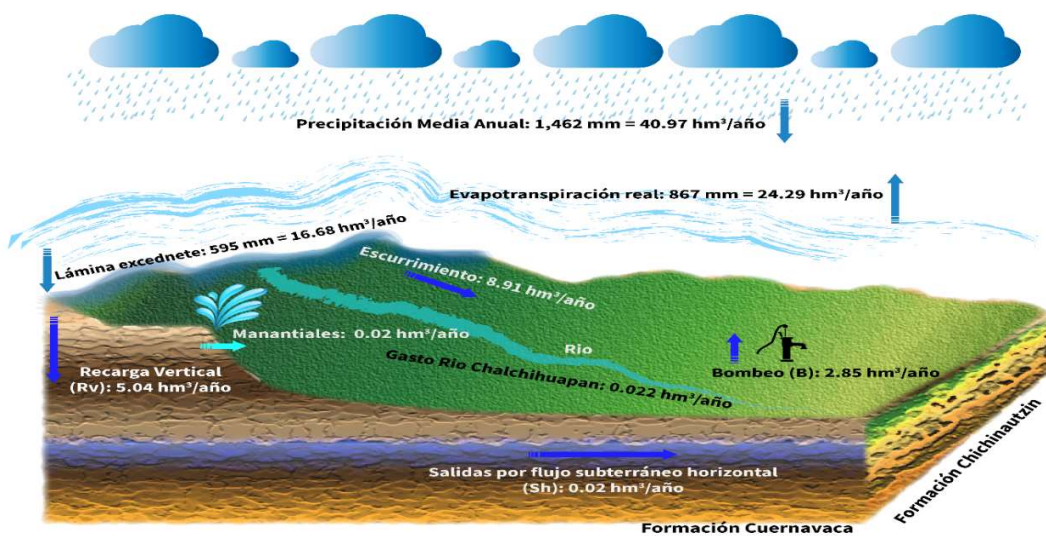
Si bien este planteamiento de Cotler y Caire tiene el sentido de circunscribir la gestión territorial del agua con una visión solo de la parte superficial de la cuenca, porque es lo que como humanos podemos ver y manejar directamente, ante ello se debe considerar que el agua subterránea ciertamente es la que abastece parte del agua que fluye en la cuenca hidrográfica durante buena parte del año (como sucede en todas las microcuencas de Morelos), es decir durante la temporada de secas la cuenca o microcuenca hidrográfica se sostiene naturalmente del agua subterránea que le fluye a través de los manantiales a los ríos, lagos, humedales, resumideros y al mar; así como que artificialmente los humanos nos abastecemos en su mayor parte del agua subterránea que extraemos de los acuíferos, para utilizarla para agua potable, agricultura, industria, etc. Es decir que extraemos agua subterránea que impacta positiva o negativamente a la cuenca o microcuenca hidrográfica, y a su vez parte del agua de la cuenca o microcuenca hidrográfica, impacta positiva o negativamente a la cuenca hidrológica, al fluir natural o artificialmente (por acción del hombre) de la parte superficial de la tierra hacia el acuífero, es decir es un proceso cíclico de interacción, y por tanto el MICH debe considerar ese proceso de forma integral.

Visto de otra forma, el uso del agua que se hace en una cuenca hidrográfica depende en gran medida del agua subterránea que se extrae para diversos usos humanos, y que en este caso puede considerarse como una externalidad positiva para fines de la cuenca hidrográfica porque hay una mayor disponibilidad de agua superficial para diversos usos, o una externalidad negativa si lo vemos desde la óptica de la porción subterránea de la cuenca hidrológica. Como ejemplo tenemos las microcuencas (El Pantano y Chalchihuapan**) que se estudiaron para la presente tesis (ver los recuadros siguientes): en la primera del total del agua que se usa en la microcuenca, el 32.3 % se extrae del acuífero, y el restante proviene del agua de los apantles, en el caso de Chalchihuapan es a la inversa, el 66.7 % se extrae del acuífero, y el restante de los manantiales y el río.

PARÁMETRO	EL PANTANO	CHALCHIHUAPAN
Volumen de agua que se extrae del acuífero	3.15 hM3/año = 32.35 %	2.85 hM3/año = 66.7 %
Volumen de agua superficial aprovechada para diversos usos	6.62 hM3/año = 67.75 %	1.42 hM3/año = 33.3 %
TOTAL	9.77 hM3/año = 100 %	4.27 hM3/año = 100 %

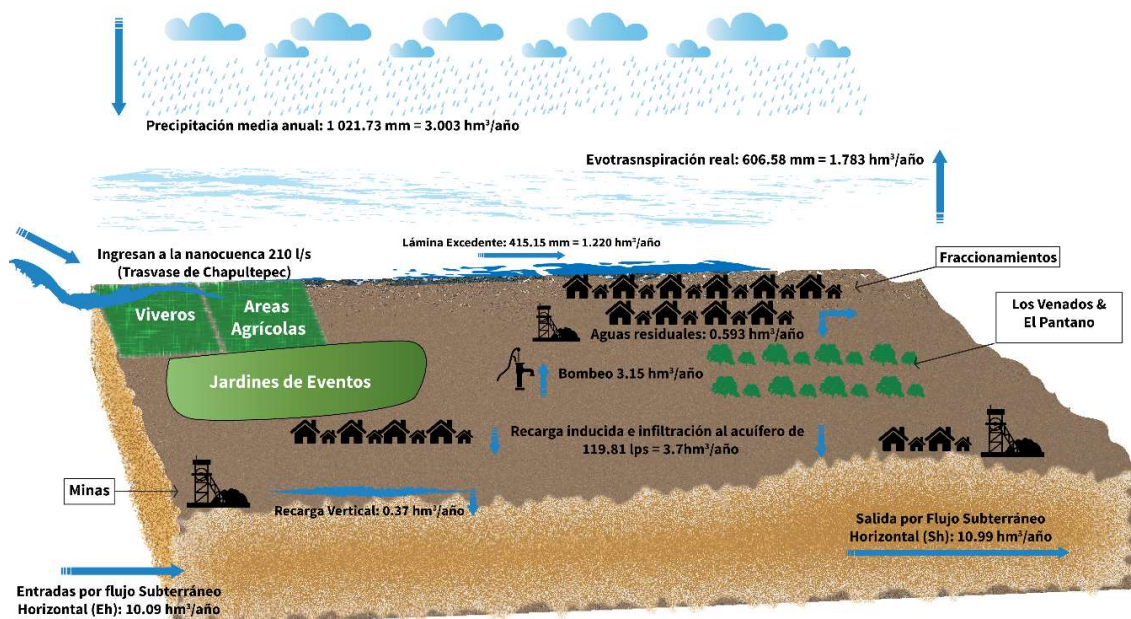
DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE LA MICROCUENCA EXORREICA DE CHALCHIHUAPAN

En el caso de la microcuenca de Chalchihuapan, es claro que hay una íntima relación entre la microcuenca hidrológica (que de hecho es más amplia), y que en buena parte mantiene o sostiene la biodiversidad y el agua de la microcuenca hidrográfica, ya que del total del agua para uso humano el 66.7% se extrae del acuífero, y el 33.3 % es agua superficial que proviene de los manantiales y del río, pero para fines prácticos está agua sale naturalmente o es descarga del acuífero hacia la superficie:



****En la microcuenca El Pantano, el agua superficial que se utiliza de hecho es un trasvase del agua que se trae desde el manantial de Chapultepec, manantial ubicado a 3 km al NW de la microcuenca, y es conducida por medio de canales o apantles que abastecen de agua a ecosistemas hidro agrícolas, jardines, huertos, humedales etc. parte de esa agua se evapotranspira y regresa a la atmósfera, y el agua remanente finalmente regresa al acuífero a través de la infiltración del agua remanente de los apantles que ingresa al acuífero por las grietas de la roca volcánica, acuífero del cual se abastecen de agua, a través de pozos, diversas comunidades humanas, dentro y fuera de la microcuenca. Es decir, gracias a este manejo humano del agua se mantienen artificialmente diversos ecosistemas en la superficie o microcuenca hidrográfica, pero de hecho la totalidad del agua provino para fines prácticos del acuífero, y parte vuelve a regresar a dicho acuífero:**

DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE LA MICROCUENCA ENDORREICA DE EL PANTANO



Para fines de delimitar superficialmente el manejo del agua es pertinente considerar la microcuenca hidrográfica, pero considerar también el manejo y los vínculos que tiene esa microcuenca hidrográfica con la porción o porciones que la vinculen con otras microcuencas hidrográficas, es decir, que como en el caso de la microcuenca El Pantano, mantenga vínculos y gestiones de buen manejo del agua con las microcuencas hidrológicas de las que obtiene el agua (la de Chapultepec, y la de Chichinautzin- Texcal), y o con las que afecta aguas subterráneas abajo (Zapata-Tlaltizapan-Zacatepec), ya que el agua que se resume en toda el área aun expuesta de texcales (o roca volcánica) de la microcuenca, ya sea naturalmente por la lluvia, o la que se infiltra artificialmente por la acción humana (riego de viveros y jardines, la que se infiltra en los resumideros o grietas al final El Pantano, la que se infiltra de las fosas sépticas, etc.), alimenta el acuífero que va fluyendo de norte a sur por efecto de la topografía y la gravedad.

El ejemplo del vínculo estrecho entre las porciones hidrográfica e hidrogeológica de estas microcuencas, se puede extrapolar a la mayor parte de las microcuencas hídricas del Estado de Morelos, y por ello concluir que la visión y gestión del manejo de las cuencas debe ser integral u holística y para ello es necesario contar con la legislación, normatividad, procedimientos y políticas públicas para la planificación, manejo y gestión integral de las microcuencas hidrológicas de Morelos. Y la base para ello es primeramente contar con la delimitación y cartografía de las microcuencas hidrográficas e hidrológicas, y sus interacciones y vínculos regionales.

Independientemente de que los límites de las cuencas hidrológicas e hidrográficas no coincidan, lo real es que, para fines del manejo, aprovechamiento, y gestión del agua por los humanos, el ciclo del agua hace que estén íntimamente relacionadas ambas porciones de la cuenca, tanto naturalmente como por la intervención humana. Por tanto, si se usa como espacio geográfico de planificación y manejo solo a la microcuenca hidrográfica, se está gestionando solo una porción del proceso y del espacio del ciclo del agua, ya que si se quiere tener un manejo integral u holístico del agua y de la cuenca, se debe considerar el espacio tridimensional que ocupa el ciclo del agua en la cuenca, a saber: el espacio aéreo, el superficial y el subterráneo, en función de la interacción permanente y dinámica del agua pluvial y de la atmosfera, fluvial y subterránea.

La cuenca hídrica es el espacio en el que hay un intercambio de agua (en función del estado físico de la misma agua de: gas, líquida y hielo -en algunos casos-) entre los diferentes espacios de la cuenca (la atmosfera, la porción terrestre (en donde está inmersa la biodiversidad que vive como parte o gracias a ese proceso del ciclo del agua) y a su vez esa agua alimenta los acuíferos, fluye por la roca, y sale naturalmente en los manantiales que forman los ríos y lagunas en la superficie, o es extraída por el hombre a la superficie para diversos usos, y por tanto se convierte en una posible externalidad positiva para la cuenca hidrográfica: ya que dicha agua permite mantener muchas veces a una mayor diversidad de vida o biodiversidad terrestre y acuática en la superficie de la tierra, de lo que ocurriría naturalmente. Todo este proceso sucede continuamente dentro de la cuenca y con otras cuencas vecinas, a diferentes escalas y dentro de la biosfera y el planeta tierra en su conjunto.

El concepto de cuenca y del MICH es una aproximación de como poder entender, planificar, manejar y gestionar a escala humana o de una comunidad al agua en una porción del territorio. En otras palabras, es un instrumento que nos sirve para delimitar (con límites naturales) y manejar el espacio en el que vivimos y del que dependemos para nuestra existencia, en armonía con la naturaleza que nos sustenta, y por ello la planificación, manejo y gestión de este espacio que denominamos cuenca hidrológica debe ser integral u holístico.

3.- La mayor viabilidad y pertinencia del MICH por microcuencas

Diversos autores coinciden en la pertinencia y viabilidad de gestionar el MICH con énfasis en el liderazgo y participación de organizaciones de la sociedad civil (OSC), utilizando para ello como espacio preferentemente a las microcuencas hidrológicas, resaltando el relativo éxito que se ha tenido en concretar procesos de planificación, manejo y gestión en este nivel jerárquico de las cuencas, al respecto mencionar lo que concluyen varios autores:

- La elección de los niveles jerárquicos (cuencas, subcuencas o microcuencas) dependerá de los objetivos, del problema o los problemas que se busquen resolver y de los alcances del manejo y gestión (SEMARNAT 2013). Las microcuencas, como área de planificación y acción permiten planificar de forma integral las acciones de recuperación y conservación de los recursos naturales y el adecuado aprovechamiento social de los mismos (Bassi 2007). Lo anterior, en términos de gestión, permite incluir simultáneamente aspectos económicos, sociales y ambientales (UICN, 2009). Dichas acciones se pueden realizar mediante un Plan de Gestión Comunitaria que incluya a los habitantes de la zona de estudio en colaboración con OSC y los gobiernos locales (Cotler *et al.* 2009b).

- Cotler y Pineda (2008) y Cotler y Caire (2009), establecen que el tamaño y la jerarquía de las unidades (cuenca, subcuenca y microcuenca) son determinantes en la gestión y deben considerarse desde la planeación hasta la implementación de las acciones.
- World Vision (2000) hace un análisis de por qué es pertinente el manejo integral de la microcuenca en relación con el desarrollo sostenible. En el territorio pequeño de una microcuenca es probable que las comunidades tengan intereses comunes, por lo tanto, la participación conjunta de actores y usuarios de los servicios y recursos de las microcuencas, harán posible la aplicación de todas las acciones técnicas directas e indirectas que la microcuenca requiere. También los extensionistas y facilitadores de los procesos de desarrollo sostenible tendrán mayor posibilidad de interactuar directamente y en forma más continua con los beneficiarios. Las organizaciones locales se estructurarán mejor y verán los beneficios de manera más inmediata, facilitando la continuidad de acciones.
- En algunos países de Latinoamérica, los organismos se caracterizan por ser entes locales que trabajan a nivel de microcuenca con una amplia participación social, los cuales son los que funcionan de manera más eficiente (Mestre 2005).
- En términos generales, a nivel de consulta e intercambio de información se presenta en proyectos de cuencas como en proyectos de microcuencas; sin embargo, es en estos últimos, donde los actores consiguen involucrarse en la implementación de proyectos y acciones decididos por ellos mismos y, en algunos casos, en la evaluación de estos (Cotler y Caire 2009)
- En México la mayoría de los esfuerzos en el manejo de cuencas se realizan a nivel de microcuencas. El tamaño de esta unidad de gestión presenta diversas ventajas, como la simplicidad de la administración, la coordinación y participación de los actores, la identificación de la problemática y su monitoreo, entre otros (Cotler y Pineda 2008).

4.- La conservación de ecosistemas como premisa para el manejo integral de cuencas

Hay coincidencia de diversos autores con respecto a que los propósitos o requisitos básicos del MICH son la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad en general, principalmente por su importancia en cuanto a los servicios ambientales que estos aportan, y que permiten mantener el ciclo hidrológico funcionando, y por tanto, el abasto de agua en calidad, cantidad y permanencia para el funcionamiento integral de la cuenca o microcuenca, y al respecto cabe resaltar las propuestas siguientes:

- Las cuencas hidrológicas proporcionan a la sociedad numerosos bienes y servicios, como agua potable, control de la erosión, fijación del carbono y conservación de la biodiversidad. Sin embargo, a diferencia de la madera, los productos pecuarios o los minerales, el valor de estos bienes y servicios pocas veces se expresa en dinero y no hay mercados donde puedan comprarse o venderse. Estos bienes y servicios se denominan “bienes públicos” o “externalidades positivas” (Cornes y Sandler 1996).
- El enfoque de cuencas es integrado y permite analizar, planear y actuar sobre el conjunto de componentes (suelo, agua, biodiversidad, gente) para buscar la mejora de sus funciones, esperando lograr así tener mejor calidad y cantidad de agua, conservar nuestros suelos y su capacidad productiva, y favorecer la conservación del capital natural para un futuro común (SEMARNAT 2013).
- Debemos cambiar nuestra visión administrativa-política del territorio por una más ecosistémica (como la de cuenca), que permita volver a relacionar los grupos humanos con el ambiente de manera más armónica y favorezca una visión integrada de los problemas y, por ende, una relación más justa entre los grupos sociales que habitamos en México (SEMARNAT 2013).

- Reconocer la dinámica hidrológica, ecosistémica, cultural, social e institucional de las cuencas hídricas. La complejidad del manejo de una cuenca obliga a orientar acciones integrales y conceptualizar a la cuenca como un sistema complejo que a diversas escalas requiere del fomento de procesos colaborativos y de coordinación. Las cuencas son consideradas como la unidad territorial básica para la planeación y el manejo de los recursos naturales, así como una dimensión espacial y temporal fundamental para la adaptación ante el cambio climático (Biestroek *et. al.* 2009; SEMARNAT 2013b).
- La función del ecosistema cuenca, requiere la inclusión del efecto y uso por el hombre considerándolo entonces un socio-ecosistema, y donde el funcionamiento natural de una cuenca es una relación entre la cantidad de agua que recibe y su efecto sobre el suelo y vegetación, este efecto varía entre las partes altas a las bajas de las cuencas. Las diferencias altitudinales de los procesos del ciclo hidrológico, del movimiento de los sedimentos y la función de la cubierta vegetal son distintos y únicos para cada cuenca. Por ello, el manejo desde el nivel parcela hasta el nivel de la cuenca, debe considerar esta base estructural y funcional para que se logren los impactos deseados en la conservación de la oferta de los servicios ambientales que proveen las cuencas y el desarrollo del capital humano que las habita (Cotler y Pineda 2008).
- En síntesis, el manejo integral de cuencas constituye un proceso adaptativo que alinea, coordina y construye programas hacia objetivos comunes, para lo cual requiere la sinergia, concurrencia, cooperación y colaboración de diversas instituciones bajo una visión común. Esta visión, requiere de una base sólida de conocimientos ambientales sobre la estructura y funcionamiento de la cuenca; la estructura incluye las bases para entender el origen y evolución de la cuenca basado en las características de sus componentes: aire, suelo, agua, biodiversidad (principalmente los socio-ecosistemas) y geomorfología.

Bajo este contexto vale la pena preguntarse si tenemos las bases del conocimiento estructural y funcional de los socio-ecosistemas, para llevar a cabo una planificación bien sustentada de las microcuencas. En el caso del norponiente de Morelos consideramos que el presente estudio es un primer esfuerzo al respecto, ya que en los planes y programas previos que se han elaborado para esta región (IMTA-FGRA 2007, CRIM-UNAM 2008, IMTA-FGRA 2012, CyN Ingeniería y Consultoría de Morelos 2013, UAEM-UNICEDES 1999, Guzmán 2010, El Colegio de Morelos 2018), no se encuentran elementos integradores para sustentar estas bases de conocimiento de la estructura y funcionamiento de los socio-ecosistemas, y es por tanto, una línea de investigación que hay que impulsar.

Por otra parte, un aspecto relevante a considerar es el estatus que guarda la biodiversidad y cuales los requerimientos y procedimientos para su conservación. Por ejemplo, la situación de la biodiversidad en el estado de Morelos es en extremo crítica (como se analiza en la primera parte del Capítulo III de esta tesis), y lo mismo el impacto que su deterioro y destrucción está teniendo y podrá tener a futuro en cuanto al mantenimiento de los servicios ambientales. Un tema relevante y estratégico para considerar será la documentación de la cantidad, calidad y disponibilidad del agua en la planificación y gestión de los programas de manejo de las microcuencas, sobre todo ante los escenarios del cambio climático.

Otro aspecto relevante es el uso del suelo y el cambio de uso del suelo, principalmente debido a la actividad humana de cubrir con cemento impermeable áreas que naturalmente tienen una alta permeabilidad hídrica y que son cabecera de las cuencas y microcuencas. El impacto que este cambio de uso del suelo está teniendo en la estructura y funcionamiento de las microcuencas y su relación con el MICH es muy elevado, y es otro tema de investigación y gestión que hay que impulsar.

Igualmente, relevante es considerar los vínculos regionales entre las microcuencas, especialmente lo relacionado con el flujo del agua superficial y subterránea entre microcuencas y dentro de cada microcuenca. Esto es también algo que está pobremente documentado en la literatura en general y en los estudios que hay para la RNEM. Consideramos que en el presente estudio se realiza un intento por establecer estos vínculos regionales dentro de cada microcuenca respecto al flujo natural del agua, y el impacto positivo y negativo que ha tenido y pueden tener las actividades humanas sobre dicho flujo.

5.- La relevancia de priorizar la vinculación entre áreas urbanas y rurales para el MICH

El MICH resulta un enfoque apto para ofrecer soluciones integrales, empatando las necesidades de crecimiento económico y la conservación de los recursos naturales. La ventaja de este enfoque es su capacidad para establecer las interacciones entre las actividades productivas del campo y de los centros urbanos al interior de cada cuenca.

De las revisiones de la literatura se observa que hay una tendencia a enfocar las iniciativas de planificación y gestión del MICH en zonas rurales; sin embargo, en muchas cuencas o microcuencas del país y de Morelos realmente urge este tipo de enfoque en la planificación, porque estas microcuencas están vinculadas a ciudades, y por tanto tienen gran influencia o impacto para el desarrollo urbano, ya que el futuro y viabilidad de dichas ciudades, está fuertemente comprometido o vinculado al MICH. Esto a su vez, puede contribuir a armonizar el uso del territorio entre el desarrollo urbano con el mantenimiento y conservación de ecosistemas en porciones estratégicas del territorio de la microcuenca o cuenca, para garantizar los servicios ambientales y por tanto el abasto de agua a las ciudades. Por ejemplo, la región norte de Morelos y su vinculación con las regiones centro y sur.

Diversos autores y programas enfatizan el MICH con un enfoque básicamente hacia el medio rural y a las poblaciones humanas que viven en este medio, dejando de lado la vinculación que en muchos casos existe entre las áreas rurales y urbanas que coexisten y se afectan mutuamente dentro de una microcuenca, ejemplo de ello son casi la totalidad de las microcuencas de Morelos, y específicamente los dos casos de estudio de esta tesis. Otros autores por el contrario hacen énfasis en la necesidad de vincular el MICH en función de la planificación e integración entre áreas y comunidades rurales y urbanas. Al respecto conviene analizar lo que varios autores plantean al respecto:

- La fase de implementación de acciones de un plan de MICH debe ser suficientemente clara para darnos las pautas sobre su prioridad temporal, las zonas de acción y los actores relevantes involucrados. En la mayoría de los casos, la percepción de la población responde más a la problemática de sus comunidades que a la problemática de la cuenca. Es decir que las acciones y decisiones responden a problemas sociales directos, al margen de las externalidades negativas que se producen en el contexto de la cuenca, como pueden ser la generación de residuos, la contaminación del agua, la fragmentación de los ríos, entre otros. Ante esta situación, es clave diferenciar y equilibrar entre las acciones de desarrollo rural de una comunidad y el manejo de una cuenca.
- A nivel nacional, encontramos que las ciudades no están integradas a los proyectos de MICH, a pesar de que son importantes consumidoras de recursos naturales y son generadoras de externalidades negativas que afectan todo el sistema hidrológico (en forma de residuos sólidos, contaminación de agua y de suelos). Esta ausencia refleja el matiz eminentemente rural que

domina en los planes de manejo de cuencas. En los últimos años, la conexión entre la población urbana, consumidora de bienes y servicios ambientales, con la población rural, proveedora de esos bienes y servicios, se ha establecido incipientemente y sólo a través de esquemas de pagos por servicios ambientales. Sin embargo, la recuperación de la integralidad de las cuencas exige que este acercamiento entre sectores de la población se fortalezca iniciando desde una visión compartida, y de la adopción de instrumentos de política que asignen la corresponsabilidad de los impactos generados por las actividades en áreas urbanas y rurales (Cotler y Caire 2009).

- En el territorio de la cuenca, delimitado por límites naturales, sus paisajes constituyen la manifestación espacial de la relación entre las sociedades rurales y urbanas y su ambiente. Además de ser el sustrato físico del ciclo hidrológico, la cuenca constituye el espacio geográfico con “una identidad cultural y socioeconómica originada por las formas de acceso y apropiación de los recursos naturales” (Caire 2004).
- Diseñar e implementar programas innovadores de educación, capacitación y comunicación para el manejo integral de cuencas hidrográficas orientados a los diversos actores, empleando en cada caso los medios y tecnologías adecuados. Para esto es fundamental considerar los diferentes socio-ecosistemas de la cuenca, los ambientes rurales y urbanos y su transición, el nivel de manejo de información y conceptos por parte de los habitantes y las herramientas y medios de que se disponga. Todos esos elementos deberán emplearse en estrecha vinculación con los grupos sociales que serán sujetos activos de los programas de educación, capacitación y comunicación en la cuenca (SEMARNAT 2013).
- La recuperación de la integralidad de las cuencas exige que este acercamiento entre sectores de la población se fortalezca iniciando desde una visión compartida, y de la adopción de instrumentos de política que asignen la corresponsabilidad de los impactos generados por las actividades en áreas urbanas y rurales. Finalmente, la implementación de las acciones debe sustentarse en un plan que priorice espacial y temporalmente, recursos y esfuerzos, como base para la coordinación entre actores e instituciones, evitando o previniendo posibles tropiezos (Cotler y Caire 2009).
- A manera de conclusión se debe destacar que requerimos cambios en nuestras formas de vida para movernos como sociedad hacia la sustentabilidad. Para ello las cuencas hídricas constituyen los territorios adecuados para conservar y manejar de manera óptima nuestro patrimonio natural, ordenando nuestro país con base en condiciones naturales y no administrativas para facilitar el manejo de los recursos naturales. Pero también el manejo de cuencas representa nuestra mejor oportunidad para disminuir el riesgo (inundaciones, deslaves, sequías) ante fenómenos hidro-meteorológicos, para favorecer nuestra adaptación ante el cambio climático y como base para planear un desarrollo más equitativo entre las zonas rurales y urbanas de México (SEMARNAT 2013).

6.- ¿Realmente se está haciendo un MICH en Latinoamérica y en México?

De las experiencias de procesos de MICH en Latinoamérica y en México ¿realmente se está dando un MICH? o solo ha sido un intento de proponer el MICH, pero en la práctica estas se han reducido a la administración, manejo y aprovechamiento del agua, y no al manejo integral de la cuenca, y en tal caso ¿que se requiere para tender hacia el MICH?

De la revisión de la literatura que se realizó no se encontraron evaluaciones sobre si realmente se está llevando a cabo un MICH o GIRH en Latinoamérica y en México, y aparentemente no hay indicadores y evaluaciones para afirmarlo, solo hay propuestas para algunos países de cómo se debe llevar a cabo (Indij y Tammarazio 2002). Lo que se encontró fueron conclusiones generales de algunos expertos sobre la situación en la que nos encontramos en cuanto al proceso de MICH, y que es lo que se requiere para llevarlo a la práctica.

Dourenjani (2004) cuestiona que es obvio que a nivel de documentos escritos y de propuestas de acción ya se ha dicho prácticamente todo lo necesario para lograr mejorar la gestión del agua y las cuencas en Latinoamérica. El tema central por tanto es saber cómo se puede pasar de las ideas a la ejecución de estas, comenzando por saber qué es lo que lo impide, y para ello se deben superar los obstáculos. El manejo de cuencas atraviesa un período de experimentación en el cual todavía coexisten y se mezclan las viejas prácticas con las nuevas. En muchos aspectos, la nueva generación de proyectos de gestión de cuencas hidrográficas todavía es incipiente, o cuando mucho ha llegado a la adolescencia, sus limitaciones no dependen de la estructura y la ejecución de los programas, sino que tienen que ver con el entorno normativo e institucional en el que se desenvuelven las actividades innovadoras. La nueva generación de programas de gestión de cuencas que se están elaborando tiene un nuevo enfoque y una nueva estrategia. Se están dando cambios en el paradigma del manejo de cuencas (FAO 2007). Para ello hay que superar una serie de obstáculos y condiciones necesarias, entre las que se pueden destacar las siguientes:

- La mayoría de los problemas ambientales son de origen económico, lo que lleva directamente a la intervención del Estado en la economía (cuando se decide por un tipo de producción o tecnología) y a las regulaciones que hacen posible las inversiones económicas. En general, otros grupos relacionados más bien con el sistema político macroeconómico del país son los que toman decisiones en temas que parecen ajenos al agua y el ambiente, pero que afectan a estos elementos y recursos, mucho más que las decisiones tomadas por los expertos del agua y el ambiente.
- Hay que reconocer que la gestión del agua es función de las políticas macroeconómicas de un país, de su estabilidad institucional, social y política y de sus políticas fiscales. Se debe reconocer también que los límites territoriales político-administrativos de nada sirven para gestionar el agua o los ecosistemas, y que la gestión del agua por cuenca y el MICH es lo que permite velar por el interés de todos. Para pasar de las ideas a la acción es necesario interpretar y desglosar tales términos hasta hacerlos comprensibles para la mayoría y además señalar los procesos necesarios para lograrlo.
- Para mejorar el manejo de cuencas los países necesitan actualizar, mejorar, reformar y aplicar las leyes que repercuten en la gestión de las cuencas sobre la base de principios bien fundados. Asimismo, la falta de aplicación de las leyes existentes limita la incorporación de los principios de gestión de cuencas en las políticas de conservación y desarrollo. Leyes y normas inadecuadas o que han perdido utilidad imponen limitaciones al manejo de cuencas en todas las regiones. Muchas cuestiones jurídicas relacionadas con la gestión de cuencas no se pueden resolver porque las leyes son obsoletas, contradictorias o carecen de directrices claras para su aplicación. Para mejorar el manejo de cuencas los países necesitan actualizar, mejorar, reformar y aplicar las leyes que repercuten en la gestión de las cuencas sobre la base de principios bien fundados.
- Las prácticas del manejo de cuencas no se pueden aplicar si la institucionalidad para hacerlo no existe. En los tiempos actuales realmente hace falta apoyar la construcción de dicha institucionalidad, y que se concrete en las entidades de gestión de aguas por cuenca y en la creación de programas nacionales de manejo de cuencas.
- Reformas políticas que reconozcan plenamente las múltiples funciones de la gestión de las cuencas en el desarrollo sostenible, y creen un marco intersectorial para su ejecución;
- Mejoramiento de los mecanismos institucionales que enlazan las intervenciones en las cuencas con las políticas locales, nacionales, regionales y mundiales pertinentes;
- Incorporación más vigorosa del conocimiento científico y el conocimiento local en la elaboración de políticas para las cuencas. Para zanjar la falta de conocimientos, las escuelas técnicas y las universidades necesitan tener programas de estudios adecuados sobre las cuencas hidrológicas, dirigidos a la aplicación práctica y que ofrezcan a los profesionales del sector una perspectiva interdisciplinaria. También se requieren programas exhaustivos de capacitación en gestión

conjunta, investigación-acción y sobre la interacción río arriba-río abajo. Los programas de estudio deben tener en cuenta la diversidad cultural como factor importante en la práctica profesional. Deberían incluirse metodologías e instrumentos para hacer trabajo de campo en las condiciones locales y en consulta con las partes interesadas locales; las redes regionales e internacionales pueden contribuir a esta tarea proporcionando aprendizaje complementario a través de tecnología de formación por Internet y con otros medios.

- Otras condiciones importantes para poner en marcha la nueva generación de programas de gestión de las cuencas es fortalecer las aptitudes y capacidades técnicas y de comunicación de los profesionales del sector y crear conciencia en las partes interesadas locales y el público, y en todos los niveles. Es necesario dar más atención a la creación de capacidad a nivel municipal y regional. Deberían ponerse en marcha procesos continuos de formación para incrementar la capacidad de los profesionales, los gobernantes y las partes interesadas locales, a fin de que entiendan y administren los procesos y enfoques intersectoriales necesarios para una gestión eficaz de las cuencas;
- Creación de conciencia en el público. La conciencia fortalece la participación de las partes interesadas locales en los procesos de gestión conjunta de cuencas. Los datos visuales generados por los sistemas de información geográfica (SIG) tienen particular eficacia para sensibilizar al público sobre la interdependencia entre la gestión de cuenca y otros sectores. Las personas también necesitan formación sobre el uso del agua, en particular en vista de las temporadas de escasez.
- Creación de mecanismos para el financiamiento a largo plazo de los procesos de gestión conjunta de las cuencas.

7.- El MICH en México

Con base en la revisión de información sobre el MICH en nuestro país, se puede afirmar que prácticamente no se cuenta con un fundamento legal e institucional que establezca explícitamente la regulación de cómo se debe realizar la planificación, formal o legal establecimiento, observancia, seguimiento, evaluación y en su caso modificación del MICH. Ni existen tampoco los fundamentos legales para definir quienes o cuales son las responsabilidades institucionales, y de participación pública para dar atención al MICH. Es decir, el MICH responde o ha respondido más bien a los esfuerzos aislados de algunas OSC o de instituciones académicas, y extraordinariamente algún programa gubernamental que no tuvo continuidad. Al respecto es importante considerar lo que proponen o concluyen diversos autores en cuanto al MICH en México:

Cotler (2004) menciona que, durante los últimos años, la degradación ambiental en México ha pasado a ser un tema principal en el debate nacional tomando connotaciones que afectan la gobernabilidad y la sustentabilidad de la sociedad en su conjunto. Los problemas de degradación ambiental dejaron de considerarse como simples datos estadísticos para constituir la causa de numerosos conflictos sociales. Este panorama propició que, en la agenda actual, temas relacionados con el agua y el manejo forestal se presenten como asuntos de seguridad nacional. En la última década se ha fortalecido el sistema institucional para la gestión ambiental, principalmente en temas relacionados con los recursos hídricos. Sin embargo, durante este tiempo los problemas ocasionados por la escasez de agua, la disminución de su calidad y el aumento de desastres “naturales”, como inundaciones, se han registrado con mayor frecuencia. Ante esta situación es apremiante un cambio de paradigma en la gestión de los recursos naturales de un enfoque sectorial hacia una visión más integral.

Durojeanni (2007) propone que la gestión de cuencas debe considerarse como una política de estado para evitar estar sometida a la volatilidad de las decisiones políticas sexenales. Por su parte Cotler (2015) propone que el MICH sea instituido como un instrumento de política ambiental

para que su operación cuente con un respaldo en el marco jurídico y sea considerada como una alternativa en la gestión territorial.

Cotler y Caire 2009 reconocen que, en México, la planeación de los recursos hídricos es responsabilidad de la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA), la cual elabora los planes hidrológicos correspondientes a las 13 regiones hidrológicas administrativas en las que ha dividido el territorio nacional. Sin embargo, estos planes difícilmente están acompañados de la cantidad de recursos legales y económicos necesarios para cumplir con el mandato establecido en la legislación nacional. Por otro lado, existen otras agencias a nivel federal y local cuyas atribuciones relacionadas con el manejo de recursos naturales conllevan múltiples efectos sobre el agua, que mantienen sus propias líneas de planeación, decisión y acción; además de una gran cantidad de intereses locales que impactan en las condiciones ambientales de cada cuenca. Este panorama anárquico es el principal obstáculo para alcanzar un efectivo manejo de cuenca e incrementa la potencialidad de conflictos entre los actores sobre temas como regulación de recursos hídricos, financiamiento, elección de problemas y objetivos, así como alternativas de acción.

Por su parte Challenger *et al.* 2014, plantean el concepto del sistema socio-ecológico (SES) ha generado un consenso creciente entre disciplinas científicas, en torno a su utilidad como marco para entender las relaciones entre los sistemas integrados sociales y naturales, en la búsqueda de pautas más sustentables para el desarrollo. Hasta ahora la gestión ambiental basada en SES no ha sido llevada a la práctica, mediante políticas públicas específicas. Los instrumentos de gestión ambiental de México no contemplan el enfoque del SES. Pero mediante un análisis de los marcos legales y normativos de las unidades de gestión ambiental mejor definidas, espacialmente, en las políticas públicas de México, se encontró que la gestión con base en cuencas es la que más se acerca a la gestión de SES, en términos de aquellas facetas de gestión que comparten entre sí. Es posible que, en el caso de la gestión de cuencas en México, algunos de los atributos no cubiertos específicamente por el marco legal y normativo, podrían resultar ser parcialmente atendidos en la práctica.

La gestión por cuencas en México aún presenta diversos problemas, tanto estructurales como emergentes y coyunturales, por lo que tal y como está actualmente planteada e implementada, todavía dista mucho de ser un instrumento idóneo de gestión ambiental, aunque tiene el potencial para evolucionar positivamente para propiciar la sustentabilidad (Cotler y Caire 2009).

En México el único programa gubernamental que se ha impulsado para el MICH, estuvo enfocado al manejo de microcuencas con énfasis hacia el sector rural. Surgió en 2002, y fue gestionado por el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO), de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Para este programa, la unidad de gestión fueron las microcuencas, donde se aplicó un modelo de atención sobre tres ejes: el desarrollo del capital humano con enfoque de género, la conservación y rehabilitación de los recursos naturales y la diversificación productiva. El manejo de estas microcuencas puso mayor atención en el desarrollo rural de su población, sin considerar la problemática de la cuenca ni el efecto que las externalidades de su accionar pudieran tener en la dinámica general de la cuenca (Cotler y Caire 2009). El panorama del manejo de cuencas en México muestra una evolución importante hacia una visión más integral y sistémica, donde se pone énfasis en la participación de los actores involucrados y en la solución de sus conflictos. Sin embargo, constatamos que las escalas de atención de este proceso aún no tienen "puntos de encuentro" (Cotler y Caire 2009).

Para la institucionalización del MICH hay que evaluar y tomar la experiencia que se ha tenido con otros instrumentos que sí cuentan con los fundamentos legales e institucionales para su observancia práctica, como lo son los son los Programas de ordenamiento ecológico territorial (POET) y las áreas naturales protegidas (ANP) que si están mandatados en la legislación,

reglamentos y normatividad, a nivel federal, estatal y municipal, en que las tres instancias o niveles de Gobierno en México, tienen atribuciones legales para la creación, establecimiento, manejo y observancia de estos instrumentos de protección del territorio y sus recursos naturales. Para estos instrumentos se establece la participación pública o de todos los sectores en los procesos para su planificación, establecimiento, manejo, administración, seguimiento, evaluación, o modificación.

Es destacable también que para el caso de los POET y las ANP, proporcionalmente han venido creciendo en cuanto a la extensión del territorio nacional que cuentan con regulación mediante este tipo de instrumentos a nivel federal (18% ANP), estatal (Morelos 30%, y hasta 30 o 40 % del territorio de algunos Estados son ANP), y municipal. Y no solo ello es destacable, que se cuentan con instancias o instituciones formalmente establecidos para el manejo o administración y observancia de estos instrumentos, como puede ser la CONANP y el CONANP (participación intersectorial) para las ANP a nivel federal, y diversas secretarías, institutos, comisiones etc. a nivel de los estados y municipios.

Igualmente, para la planificación y observancia del POET existen instancias de participación intersectorial (los COET a nivel federal, estatal o municipales), y procedimientos y criterios establecidos para todo el proceso de elaboración, consenso, formal o legal establecimiento, observancia, seguimiento y evaluación, e incluso la modificación de los POET.

Aunque ciertamente en la LAN, y en la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, se menciona el Manejo de Cuencas y las responsabilidades de los Consejos de Cuenca como responsables del manejo de cuencas. Estas disposiciones han sido más bien enunciativas, y su observancia en la práctica se ha centrado más bien en atender temas de agua o recursos hidráulicos, y esto no de forma integral sino vinculados a temas de inversión en obras hidráulicas o temas de gestión y administración de los recursos hidráulicos, que no tienen que ver con el MICH.

Por lo antes expuesto se considera que para que el MICH tenga una observancia generalizada en México, y viabilidad a mediano y largo plazo, se deben retomar las experiencias que se han tenido para generar los instrumentos legales e institucionales y de participación pública o ciudadana para la planificación, establecimiento y observancia de los POET y de las ANP, y gestionar las condiciones para la elaboración y consenso de los instrumentos legales e institucionales que fundamenten y faciliten los procesos para la elaboración, establecimiento y observancia de planes o programas de MICH, a diferentes escalas cuencas, subcuencas y microcuencas.

Igualmente importante es generar las instituciones públicas autónomas, para la planificación y gestión del territorio, del agua y la biodiversidad, que no estén sujetas a los intereses y voluntad política de los gobiernos ejecutivos en turno (federal, estatal o municipales), sino que deben ser instancias públicas autónomas, de participación y acuerdos intersectoriales para la planificación y definición de las políticas públicas (planes, proyectos programas, normas, etc.) que deben observar los poderes ejecutivos (García Barrios *et al.* 2015, ver propuesta del IMPEA)

Al respecto cabe destacar que durante los pasados 2 o 3 años se gestó por parte de OSC e instituciones académicas la llamada propuesta ciudadana de Iniciativa de Ley General de Aguas Nacionales (ILGAN), en la que ciertamente se propone un cambio de forma y de fondo para la planificación, y gestión del territorio por cuencas, subcuencas y microcuencas hidrológicas, esto con amplia participación ciudadana o social vinculante en todo el proceso de planificación, puesta en marcha, observancia, seguimiento y evaluación de los programas de manejo de las cuencas.

Han habido diversos foros (en la UNAM, UAEM, COLMEX, en el Senado y cámara de diputados federal, etc.), y pronunciamientos y gestiones de importantes sectores, especialmente el académico y de OSC, que tuvieron y han tenido importantes logros, entre los que cabe destacar la detención de la aprobación de dos iniciativas de ley impulsadas por el Gobierno Federal (la llamada Ley Corenfield), que por el contrario a lo propuesto en la ILGAN, pretendía otorgar mayores poderes o prerrogativas al gobierno federal (CONAGUA) para centralizar la administración del agua, sancionar fuertemente a investigadores que realizaran estudios sobre el agua sin la autorización de la CONAGUA, e incluso dar mayores facilidades para la privatización del agua o los trasvases entre cuencas. Ciertamente esa iniciativa de ley se desechó por la cámara de diputados federal, y existe actualmente la incertidumbre de que es lo que sigue en esta materia en los próximos meses y años. Al respecto, en el Congreso de la Unión hay ciertamente la solicitud formal de las OSC e instituciones académicas para que se abra a la participación pública el debate y acuerdo o consenso del contenido de forma y de fondo de una nueva LAN, y tratar de que el MICH sea un tema sustantivo de esta nueva ley.

En síntesis se puede decir que bajo las condiciones de la legislación en vigor de nuestro país, y de la estructura y funcionamiento de las instituciones públicas en materia de agua, cuencas hidrológicas, de planificación y regulación del uso del territorio, y de biodiversidad no es factible ni viable gestionar el MICH de manera generalizada, ya que los avances en la materia que se han tenido, son excepciones que difícilmente se pueden sostener y que puedan promoverse para el MICH a nivel de las cuencas, subcuencas y microcuencas de nuestro país. Ciertamente se requieren reformas de forma y de fondo a la legislación y a las estructuras y funcionamiento de las instituciones públicas para que efectivamente se incorpore a las OSC, a la academia, a las comunidades, a los dueños y poseedores de la tierra y los recursos naturales, para desarrollar los procesos de planificación y observancia de programas de MICH, en colaboración con las instituciones públicas responsables, las cuales deben tener como mandato el facilitar estos procesos, y para que efectivamente se establezcan programas, presupuestos e instancias de participación pública vinculante en cuanto al MICH y del agua.

Es importante mencionar también que, ante el drástico adelgazamiento que en los últimos años se ha dado a las instituciones públicas y gubernamentales encargadas de los temas de gestión, investigación, y administración del agua como lo es la CONAGUA, el IMTA, etc. y de la planificación, protección, manejo y restauración de ecosistemas como lo es la CONANP, CONAFOR, SEMARNAT, es ciertamente una oportunidad para gestionar la apertura y fortalecimiento con recursos y atribuciones para la participación de OSC e instituciones académicas y de investigación para que asuman el liderazgo de los procesos de planificación, establecimiento, observancia, seguimiento y evaluación del MICH a distintos niveles o jerarquías, lo cual cumpliría además con dos propósitos fundamentales del MICH: contribuir a la gobernanza o apertura a la participación de las comunidades locales en dichos procesos, sino además a la continuidad en el mediano y largo plazo de los procesos de MICH, ya que estos procesos son por su naturaleza estratégicos, y no pueden ni deben estar cambiando o ser desechados con los cambios de administración pública, como comúnmente sucede en nuestro país, con los planes y programas gubernamentales, aún sean estos exitosos.

8.- La vinculación del MICH con otros instrumentos de planificación y gestión del territorio (OET, ANP)

De acuerdo con Left (2007) una de las graves limitaciones de la política pública ha sido querer atender la sustentabilidad como un tema sectorial con visión reduccionista de corto plazo; cuando en realidad debe ser un tema prioritario transversal en toda la administración pública de los tres niveles de gobierno. Esta problemática se refleja claramente en la falta de articulación de los programas oficiales en los territorios, que trae como consecuencia la falta de funcionamiento de los espacios de planificación como los comités y consejos de cuencas y de desarrollo rural sustentable (López *et al.* 2007), los cuales tienen como misión gestionar programas a nivel de cuenca y regular la relación e inclusión participativa de los distintos niveles gubernamentales con la población.

Entre los nuevos retos del enfoque de Cuencas, Cotler (2015) plantea que la incorporación del enfoque de cuencas en los instrumentos de planeación implica, en primera instancia, superar la tradicional estructura administrativa. En ese sentido, en México ya se cuenta con algunos instrumentos que atraviesan la estructura Federación-Estado-Municipio, como son: los convenios de coordinación, el pago por servicios ambientales, el ordenamiento ecológico del territorio en su modalidad regional, las áreas naturales protegidas de competencia federal y las Normas Oficiales Mexicanas.

Bunge *et al.* (2015) mencionan que los ordenamientos ecológicos territoriales (OET) se incorporaron en la política ambiental de México en 1988, y desde entonces, ha sido muy pobre la evaluación de estos instrumentos y probablemente, también ha sido modesto su impacto. Una de las razones por las cuales la evaluación de estos instrumentos ha quedado rezagada es la dificultad de encontrar indicadores capaces de reflejar, a corto plazo, la funcionalidad y estructura ecológica del territorio. La modestia de su impacto puede estar relacionada, entre otros, con la escasa apropiación que la población tiene del instrumento y con la falta de una visión territorial. Para ello se propone incorporar el enfoque de cuenca a los ordenamientos ecológicos.

La mayoría de los OET actuales carece de una visión territorial, lo que impide vincular las causas de los problemas ambientales con sus consecuencias, y con ello, omite la incorporación de actores claves en el proceso de OET. Y aún el hecho de que tengan una delimitación por cuenca no implica que tengan un enfoque de cuenca, y salvo pocas excepciones, estos ordenamientos omiten relacionar las externalidades de las actividades en función de su ubicación en la cuenca (Bunge *et al.* 2015).

Uno de los problemas que presenta el OET es su falta de injerencia en zonas que quedan fuera de la demarcación del ordenamiento, pero que tienen una clara influencia sobre la integridad del territorio que se está analizando. Se debe concebir al territorio de manera sistémica, donde el enfoque de cuencas resulta revelador. De esta manera, el proceso de ordenación guardaría coherencia en su proceso, por relacionar los problemas ambientales con aquello que se caracteriza y diagnostica, pero también en su contexto territorial, por relacionar a las unidades de gestión ambiental (UGA) entre ellas (por ejemplo, a través del flujo de agua superficial y subterránea), y contemplar las externalidades que cada una tiene sobre las otras, así como los efectos acumulativos que impactan en el territorio (Bunge *et al.* 2015).

En el caso de la planificación y establecimiento de áreas naturales protegidas (ANP), su delimitación y zonificación ha respondido más que a criterios holísticos de conservación de la biodiversidad y los recursos naturales, a criterios de protección de remanentes de ecosistemas o de poblaciones o hábitats de algunas especies silvestres, y las ANP muchas veces han sido delimitados con criterios de límites políticos, estatales, municipales, de propiedad o posesión de la tierra, o a protección de remanentes de vegetación conservada, que a límites naturales o de cuencas o microcuencas hidrológicas, o con fundamento en ordenamientos ecológicos del territorio. Incluso las legislaciones federales y estatales establecen que una vez creada una ANP, se deberá elaborar el

OET de la misma y de su región de influencia (lo cual en los hechos no ha sucedido), cuando debería ser a la inversa, la delimitación, zonificación, y establecimiento de ANP deberían estar basadas en OET regionales con un visión y delimitación por cuencas hidrológicas.

Hoy en día, el ordenamiento ecológico y las áreas naturales protegidas constituyen los únicos instrumentos de planeación territorial reconocidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y de la Protección al Ambiente (LGEEPA), mientras que la Ley de Aguas Nacionales (LAN) promueve la gestión integrada de los recursos hídricos (Cotler y Caire 2009), sin embargo esto es una disposición meramente declarativa, ya que en la Ley y Reglamento de la LAN no se establece normatividad sobre la obligatoriedad o responsabilidad o atribución de a quien le toca ejecutarlo y como se debe ejecutar, y por tanto la CONAGUA a lo que se dedica en la práctica es a administrar el agua, con la participación de los diversos usuarios del agua, y los temas de la planificación y manejo de cuencas en la práctica no forman parte de su quehacer y de sus programas y presupuestos, porque no está mandatado en la Ley, ni para la CONAGUA, ni para ninguna otra instancia de gobierno.

Los centenares de casos de manejo de cuencas, inventariados a nivel nacional y la identificación de sus resultados, expresados fundamentalmente en la consolidación de la organización local y en el reforzamiento de la coordinación y la cooperación entre instituciones, apuntalan al proceso del MICH como un instrumento de planeación válido, confiable, reconocido y aceptado, que sólo espera el respaldo del gobierno federal, y esto en la práctica no sucede.

9.- La carencia de financiamiento de instancias públicas y privadas para la elaboración e implementación del MICH

Una dificultad importante para el desarrollo de procesos de MICH es la negativa de instancias gubernamentales y las restricciones de instancias financieras privadas para otorgar financiamientos para el desarrollo de procesos de MICH. Por ejemplo, la CONAGUA no asigna dentro de sus presupuestos partidas para estos rubros, igualmente las instancias gubernamentales estatales vinculadas al ambiente carecen de estos recursos, en el caso de las instancias privadas como la Fundación Gonzalo Rio Arronte, explícitamente establecen que ellos no financian estudios o investigaciones, o diagnósticos, las cuales son fundamentales para la elaboración de los planes o programas de MICH. Al respecto es pertinente proveer el establecimiento de políticas públicas, planes, programas y presupuestos gubernamentales, y fondos privados que apoyen estos procesos. Varios autores se oponen a que existan dichos fondos o financiamientos porque desviaría la acción colectiva.

Cotler y Caire (2009) plantean que “en la implementación de los proyectos de MICH, la ausencia de financiamiento es una constante. es necesario sustentar económicamente a las organizaciones que han logrado consolidar sus relaciones de confianza mediante la obtención de productos tangibles derivados de su trabajo colectivo. Creemos que el financiamiento condicionado a la existencia de proyectos de manejo de cuenca o, en su caso, la existencia de un fondo que los promoviera, de alguna manera desviaría la naturaleza de la acción colectiva. Ésta debe surgir a partir de acuerdos voluntarios y una comprensión internalizada del problema, y no por la existencia de un incentivo económico. De hecho, los casos muestran que la escasez en el presupuesto de la organización de cuenca puede inducir o propiciar la coordinación entre las agencias públicas y organizaciones no gubernamentales involucradas en el desarrollo sustentable. La propuesta es evitar desalentar los esfuerzos consolidados mediante la flexibilización administrativa para el uso de recursos que apoyen los proyectos de manejo integral de cuenca y encontrar mecanismos para atender la demanda articulada de acciones que se conceptualizan a nivel local”.

Si bien en varios aspectos es pertinente lo que proponen las autoras respecto al financiamiento para el MICH, también es cierto que bajo ese esquema difícilmente se pueda generalizar que se va a dar un MICH en nuestro país. Se requiere más bien valorar como incentivar y financiar para que se den estos procesos, con recursos públicos y privados, que desde luego estén auditados y sean transparentados a través de mecanismos de información pública.

Por tanto, hay que generar los mecanismos de participación pública, a través de comités o consejos con representación intersectorial paritaria como instancias de acuerdo o consenso para la definición de los programas y prioridades de actuación en materia de MICH, y de asignación, aplicación y monitoreo de los presupuestos destinados a la planificación y gestión de los programas de MICH, y cuyos acuerdos sean vinculantes al quehacer de las autoridades ejecutivas. La base de todo ello es que existan recursos públicos formalmente establecidos en la legislación y en los programas y presupuestos públicos, destinados para la planificación y MICH. Es deseable que esto se realice con normas claras y con vigilancia ciudadana, a través de dichos comités o consejos, para definir su asignación y dar seguimiento y evaluación a su ejercicio.

10.- La necesidad de reformas a la creación y funcionamiento de los Consejos de Cuenca

Es decir, el MICH se estableció en México más como respuesta a una moda o política internacional, denominando a los Consejos o comités o comisiones de cuenca, a instancias que solo atienden algunos aspectos de la administración del agua o de recursos hídricos, que es lo que realmente atienden los Consejos o comités o comisiones de cuenca instaurados por la CONAGUA. Dounrenjani (2004, 2007), propone que no se deben denominar consejos de cuenca a consejos de agua, y que es pertinente que las funciones del MICH sean atendidas por otra instancia diferente a los comités o consejos de agua, porque si no estos últimos como usuarios del agua se convierten en juez y parte del recurso agua en lo particular, y del manejo de la cuenca en lo general, y no solo se desvirtúan sus funciones, sino lo que generalmente sucede es que los asuntos de manejo de las cuencas pasan a segundo o tercer plano de atención y a la larga se pierden o no se les da atención.

Los Consejos de Cuenca de CONAGUA como están ahora constituidos (por los usuarios del agua) y cómo funcionan, prácticamente no atienden el tema de la planificación y MICH, sino solo la administración y el reparto del agua para diversos usos. Aún falta un largo camino para que estos espacios (los Consejos de cuenca) sean realmente representativos de la sociedad civil y que se les integre en los procesos de negociación y de toma de decisión efectivos. Los organismos públicos en nuestro país todavía deben realizar importantes reformas para lograr incorporar los procesos de negociación y concertación en torno al agua (Vargas *et al.* 2010).

Las Consejos de cuenca de CONAGUA son, por el momento, las únicas instancias determinadas por el gobierno federal con un aterrizaje territorial (a nivel de cuenca o de subcuenca). Sin embargo, como cuerpo colectivo, sus actores cuentan con atribuciones limitadas y recursos insuficientes, lo que impide llevar a cabo el manejo de una cuenca, según la misión acordada y los objetivos deseados. Más allá de los análisis y críticas del andamiaje institucional de estos organismos, resulta claro que la confusión entre gestión de aguas y de cuencas “se hace más evidente cuando a las entidades de agua por cuencas se les denomina consejos de cuencas o agencias de cuenca, en lugar de denominarlos consejos o agencias de agua por cuencas” (Dourojeanni, 2007: 154). Es decir, abordar la gestión del agua, no incluye ni asegura la gestión de cuencas como territorio.

Por lo tanto, la GIRH es sólo un componente de la gestión integral de cuencas. Los organismos de cuenca y sus consejos constituyen un actor importante, más no únicos, a lo largo de un proceso real de MICH. En concordancia con los argumentos vertidos, consideramos que esta tarea no debe

ser asignada a una sola entidad. La diferencia en la naturaleza de las áreas de conocimiento involucradas en el manejo de cuencas implica que la gestión del agua necesariamente debe estar complementada, de manera coordinada, con la gestión de los otros recursos naturales, Sólo así será posible propiciar el funcionamiento eco-hidrológico de la cuenca y con ello, asegurar los bienes y servicios ambientales que requiere la población.

Entre los diferentes problemas que se han identificado en esfuerzos colectivos para el desarrollo regional de territorios, el más frecuente es lograr la cooperación de los diversos actores involucrados. Sin embargo, el actual arreglo del marco institucional representa uno de los principales obstáculos para crear y fortalecer la cooperación intergubernamental, e incluso interinstitucional e intersectorial para la planificación y el MICH.

Cotler (2009) propone que, para mejorar la composición y funcionamiento de los consejos de cuenca, no es necesario recurrir a la creación de entidades administrativas ad hoc que se adjudiquen todas las acciones y/o funciones para un proceso de manejo integral de cuenca. En realidad, sería suficiente con estructuras organizacionales pequeñas, con capacidad de convocatoria entre los actores y liderazgo para coordinarlos. Las características de las entidades de cuenca dependerán, en todo caso, del tamaño de cada cuenca, el número de actores y la problemática que desean resolver. Sus principales funciones serán (i) el acceso, uso, análisis y transferencia de información, (ii) la creación y consolidación de relaciones de confianza y de credibilidad entre actores y (iii) esencialmente, la promoción de la coordinación entre ellos.

En conclusión consideramos que uno de los temas que más requiere revisarse y reformarse a fondo para tender al MICH en México es el de los consejos de cuenca, que es uno de los talones de Aquiles en cuanto a la participación ciudadana democrática en la planificación y gestión del manejo integral de las cuencas y del agua, por lo que se requiere reformar la legislación y gestionar la aprobación por el Congreso Federal de lo que se propone en la iniciativa ciudadana de LGAN es el de crear consejos de cuenca, comisiones y comités de microcuencas, donde la participación ciudadana e intersectorial sea obligatoria y vinculante al quehacer de las instancias de gobierno para la planificación y gestión de las cuencas y no solo del agua.

11.- Las OSC e instituciones académicas como instancias para la planificación y gestión del MICH.

Cotler y Caire (2009) proponen que los procesos de liderazgo y gestión del manejo de cuencas o microcuencas, debe mantenerse con un perfil bajo, con estructuras pequeñas y no crear unidades administrativas ad hoc, para evitar que esto se burocratice. Aunque ciertamente las anteriores propuestas tienen sus pros y contras, no es posible generalizarlo como una estrategia a seguir a largo plazo y para todas las cuencas o microcuencas del país, y para ello se hacen las consideraciones y propuestas siguientes:

1. Las OSC y las instituciones académicas no tienen las capacidades humanas, materiales y presupuestales para poder siquiera atender y dar continuidad a los esfuerzos que han emprendido de MICH en pequeñas regiones o en una mínima porción del territorio nacional.
2. Las instancias que financian este tipo de proyectos, generalmente lo hacen por lapsos relativamente pequeños, es decir difícilmente se pueden conseguir recursos para el desarrollo de proyectos de mediano y largo plazo como lo es el MICH, y aun para la gestión de los financiamientos que otorgan, implican largos y complicados procesos, que ciertamente

desgastan a las OSC o instituciones académicas, igualmente complicado es que otorguen recursos para sueldos, salarios u honorarios o hay restricciones para los mismos, o estos son muy bajos en cuanto a remuneraciones, lo cual a las OSC (a diferencia de las instituciones académicas o centros de investigación) les dificulta mucho el poder sostener al personal que participa en los proyectos de MICH.

3. Ante esta situación es pertinente analizar las experiencias, fortalezas, lecciones y errores que se han tenido para impulsar procesos de MICH en Latinoamérica y especialmente en México, y con base en ello proponer alternativas para poder impulsar un gran proceso para que se puedan iniciar y dar continuidad al MICH, en todas aquellas cuencas, subcuencas o microcuencas prioritarias para MICH de México (tener ya un esquema de priorización es un tema que se tiene que desarrollar a nivel nacional y en Morelos), pero al respecto se pueden hacer las propuestas siguientes:

- 3.1.- Reformas o nueva legislación en materia de MICH, por ejemplo la iniciativa ciudadana de LGAN, para que este explícitamente legislado todo el proceso de MICH, se creen o designen las instancias gubernamentales o instituciones públicas responsables de estos temas, se asignen presupuestos federales o estatales para la atención de dichos procesos, se establezca la participación y financiamiento a OSC e instituciones académicas como una de las mejores opciones institucionales para atender o liderar estos procesos del MICH.

- 3.2.- Creación de capacidades institucionales. - asignación de funciones en instancias de los 3 niveles de gobierno, o creación de organismos públicos autónomos con participación ciudadana y académica obligatoria y vinculante (ver propuesta del IMPEA anexo Garcia Barrios *et al.* 2015) encargados de los procesos de MICH, y posiblemente de otros temas o instrumentos de planificación y gestión del territorio, la biodiversidad y el agua como los POET, ANP, etc. Otra alternativa a considerar es incluir en la legislación y en los programas gubernamentales el destinar financiamiento público para que instancias académicas o centros de investigación, OSC, puedan tener acceso a recursos para liderar y gestionar procesos de MICH

- 3.3.- Gestionar con los congresos federal y estatales que se legisle para la asignación de financiamientos o presupuestos para el MICH; igualmente con instituciones privadas que apoyan procesos vinculados a la gestión del agua, la biodiversidad y el ambiente

- 3.4.- Creación del instituto nacional de planificación y gestión del territorio o del MICH, algo similar al IMPEA pero a nivel nacional, y sus contrapartes en los estados, como organismos públicos autónomos.

- 3.5.- Revisar e integrar los instrumentos de manejo sustentable del territorio, los RRNN con los de MICH: principalmente los POET, ANP, PDU, etc.

- 3.6.- Hacer obligatorios o vinculantes los procesos de elaboración y observancia de instrumentos que tengan que ver con la planificación y aprovechamiento del agua, del territorio, de los ecosistemas (bosques, selvas, etc.), con los planes o programas de MICH.

12.- Hacia un modelo de MICH en Morelos

A través de la Red Mexicana de Justicia Ambiental, elaboramos una serie de propuestas vinculadas al MICH que debían ser incorporadas por el Gobierno electo de Morelos para el lapso

2013-2018, dichas propuestas fueron adoptadas y publicadas como parte de los compromisos de la administración del Gobierno del Estado de Morelos (Graco Gobernador 2012). Sin embargo, como muchos de los compromisos de dicho Gobierno estos no se cumplieron. Sin embargo, estas propuestas fueron nuevamente gestionadas oficialmente con la actual administración gubernamental de Morelos, con el objetivo de que sean incorporadas dentro del Plan Estatal de Desarrollo 2018-2024, y que consideren lo siguiente:

Líneas temáticas estratégicas para el impulso del desarrollo sustentable en el Estado de Morelos.- Se propone impulsar el desarrollo sustentable de Morelos con una visión estratégica, que transforme las instituciones públicas para impulsar la participación intersectorial en la protección y restauración del ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, como base material para garantizar el desarrollo y calidad de vida de los morelenses de hoy y del mañana, y para ello considerar, entre otras políticas las siguientes:

- **Creación del sistema de indicadores por cuencas hidrológicas.** - Desde el primer año de la administración contar con un sistema de indicadores organizado por cuencas hidrológicas que permita definir y ajustar políticas y proyectos, a los que se les dará seguimiento y evaluación de corto y largo plazo. Elaborando por cuencas hidrológicas el diagnóstico estatal y regional de sustentabilidad para construir la “línea base”.
- **Mejorar el marco legal, reglamentario y normativo en materia ambiental y de desarrollo sustentable.-** Brindar certidumbre, claridad y justicia al cumplimiento del marco legal ambiental, y para ello:
 - Proponer y gestionar los cambios indispensables para contar con un marco legal, reglamentario y normativo actualizado y moderno en materia ambiental, acorde a la realidad del Estado.
 - Crear las instituciones, fondos públicos, programas y acciones necesarios para garantizar el cumplimiento del marco legal, reglamentario y normativo
- **Planeación territorial.-** El crecimiento urbano desordenado ha provocado fuertes desequilibrios en el entorno ambiental y desarrollo socioeconómico de la entidad, para resolverlo se propone:
 - Actualizar, consensuar y publicar, durante el primer año de la administración y haciendo énfasis en la adopción de una perspectiva de cuenca hidrológica, el Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Morelos.
 - Apoyar la elaboración democrática y el cumplimiento legal irrestricto de los ordenamientos ecológicos municipales territoriales, y en los casos que corresponda de los ordenamientos comunitarios y regionales.
- **Protección ambiental.-** Es fundamental para el desarrollo sustentable de la entidad la conservación de sus principales ecosistemas (bosques templados-fríos y selva baja caducifolia) y su biodiversidad, para ello se debe crear el Programa Estatal de Restauración de las Cuencas hidrológicas y sus Zonas de Captación para promover la recarga de los mantos y revertir el deterioro y destrucción de los ecosistemas originales.
- **Ahorro y uso eficiente del agua.-** El cuidado del agua es esencial para mantener los ecosistemas y mejorar la calidad de vida de la sociedad, para ello se deberá:
 - Establecer una auténtica política de estado en materia de nuestros recursos hidráulicos, que permita que la sociedad morelense una sus esfuerzos para la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable del agua.

- Impulsar la planificación por cuenca hidrológica para construir una solución integral y sustentable para el manejo del agua.
- Impulsar la creación de consejos democráticos y participativos para todas las microcuencas hidrológicas del Estado.

Obviamente estas propuestas de políticas públicas para la actual administración estatal, desde luego si no están en la legislación, la administración gubernamental no tiene obligación legal de cumplirlas, por lo que a través del Consejo Consultivo Estatal para el Desarrollo Sustentable de Morelos (CCEDS), elaboramos un documento de propuestas de reformas a la Ley Equilibrio Ecológico y de la Protección al Ambiente del Estado de Morelos (LEEPAEM), y en cumplimiento a sus atribuciones legales del CCEDS de proponer adecuaciones a la legislación, se gestionó con el Congreso del Estado y el Ejecutivo estatal, que dichas reformas fueran aprobadas, para que entre otros temas sea obligatorio para las autoridades estatales y municipales lo siguiente: la participación ciudadana vinculante en temas ambientales, que la elaboración y observancia de los POET (locales o regionales), sea por microcuencas, la planificación y manejo de microcuencas hidrológicas, que los CCDS estatal o municipales sean las instancias de participación y acuerdo intersectorial para la planificación, observancia seguimiento, evaluación y en su caso modificación de los planes de MICH y de los OET, etc. Dicho documento de reformas fue sometido al Pleno del Congreso en diciembre de 2017, como proyecto de decreto de iniciativa de reforma a la LEEPAEM (Anexo V.1), y fue turnada y está en proceso de revisión por parte de la Comisión de Medio Ambiente, Agua y Recursos Naturales del Congreso para su dictaminación.

13.- ¿Que se requiere para concretar el MICH en México y en Morelos? (Figura VI.1)

- **Nuevas instituciones públicas.** – Se debe dejar de depender de la voluntad política del gobernante en turno y gestionar una auténtica gobernanza. Para ello es necesario la creación y funcionamiento de instituciones públicas autónomas, de los comités de OET los que tendrán la función de la planificación y observancia de los POET, de los consejos de participación ciudadana para el desarrollo sustentable (CPCDS), encargados de la planificación y gestión del territorio, el agua y la biodiversidad, en las que pueda darse la participación ciudadana (consciente, informada, capacitada, organizada, empoderada), y de instituciones académicas y centros de investigación. Asimismo, se considera fundamental que los acuerdos establecidos por estas instituciones y comités sean vinculantes en el establecimiento y observancia de políticas públicas por parte de las autoridades ejecutivas y legislativas, a nivel estatal y municipal (García-Barrios *et al.* 2015).
- **Legislación y normatividad.** - Deben establecerse las bases legales y la normatividad que permita la creación y correcto funcionamiento de las instituciones públicas autónomas. Incorporar en la legislación la obligatoriedad de la planificación, observancia, seguimiento y evaluación de los programas de OET a nivel regional, y que estos se hagan por microcuencas hidrológicas. Las microcuencas hidrológicas deben ser reconocidas como la unidad de gestión eficiente de los ecosistemas. Es necesario, además, establecer la obligatoriedad para las autoridades ejecutivas de la creación y funcionamiento de los CPCDS, y de los Comités de OET. Para concretar esta iniciativa, es necesario gestionar con el Congreso del Estado de Morelos la aprobación de la Iniciativa de reforma a la LEEPAEM (Anexo V.1), e iniciar un proceso de gestión con el Congreso de la Unión para reformar la LGEEPA en las mismas materias que a la LEEPAEM.

• **Figura VI.1 .- Que se requiere para concretar la planificación y el MICH en Morelos**



- **Instrumentos** (POET, PDU, ANP). Las instituciones públicas deberán hacer obligatorio la elaboración y observancia de los programas de manejo de las microcuencas hidrológicas, así como la validez de estos programas como instrumento de protección ambiental, al cual se integren y supediten los programas de desarrollo urbano (PDU), de manejo de áreas naturales protegidas (ANP) y los programas de ordenamiento ecológico territorial (POET). Deberá ser fundamental que la creación, funcionamiento, modificación o desaparición de ANP's y/o de sus Programas de manejo dependan de la decisión tomada por los CPCDS, y no de la decisión unipersonal del ejecutivo en turno.
- **Ciencia y tecnología.** Deberá ser a través de la decisión tomada en los CPCDS, que se defina todo lo relacionado con el apoyo a la investigación científica y técnica. Estos aportes deberán ser el fundamento del manejo de la biodiversidad y la planificación, observancia, seguimiento y evaluación de los instrumentos de gestión del territorio, el agua y la biodiversidad (Programas de manejo de microcuencas, de ANP, POET, PDU). Asimismo, estos consejos decidirán establecer el tipo de modalidad de estímulos, facilidades y reconocimientos a los investigadores que participen en los CPCDS; de esta manera, las universidades y centros de investigación dejarán de ser solo consultores de los gobiernos y pasarán a formar parte de la toma de decisiones estratégicas y de las políticas públicas vinculadas con la protección ambiental. Para ello se requiere apoyar a la investigación científica directamente involucrada en la mejora de las prácticas sostenibles, del desarrollo de las nuevas tecnologías, así como de la implementación de carreras dirigidas a la gestión de los ecosistemas y la ecología del funcionamiento hidrológico, de planificación y gestión integral del territorio, de prevención de riesgos y de restauración ambiental.
- **Financiamiento.** Será necesario que sea obligatoria la asignación de recursos públicos con el propósito de contar con los presupuestos necesarios, destinados al funcionamiento de las instituciones públicas autónomas, a la investigación, elaboración y observancia de los instrumentos de planificación y gestión de las microcuencas, y a la participación ciudadana en la gestión del ambiente, el agua, la biodiversidad y el territorio, la observancia de los POET y el manejo de las ANP, para que esto sea considerado como inversión destinada a garantizar un desarrollo sostenible por parte de los poderes ejecutivos y legislativos.
- **Revalorización de los recursos naturales y ecosistemas.** Trabajar en la sensibilización, concientización y participación del público en la valoración social de la biodiversidad, el agua y el territorio, y de la importancia estratégica de participar en la planificación y manejo intersectorial de las microcuencas hidrológicas, en la conservación de los flujos de agua superficial y de aguas subterráneas, así como su implicación en el funcionamiento de los ecosistemas en los cuales habitan, y el mantenimiento a corto y largo plazo de sus servicios ambientales. Revalorizar el patrimonio histórico de buenas prácticas de gestión del ambiente. Trabajar constantemente en lograr que estas cuestiones ganen espacio en las esferas políticas y gestionar a todos los niveles para que efectivamente se involucren las instancias de gobierno y se generen los espacios de participación intersectorial en la protección del ambiente.

Recomendaciones:

Con base en la experiencia de elaboración de esta tesis, en cuanto a la revisión y análisis de los fundamentos teórico-metodológicos que se realizó sobre directivas del MICH, en relación a los aciertos y los desaciertos, cuáles son los huecos u omisiones del MICH, y hacer propuestas de mejora que se puedan aplicar en México y en Morelos, y en algunos aspectos puedan ser de utilidad para preparar e implementar los planes de manejo de las microcuencas, o se puedan derivar

propuestas de gestión para mejorar los instrumentos legales, institucionales y de participación comunitaria o ciudadana en los procesos de planificación, manejo y gestión del MICH; a continuación se hace un esbozo de dichas propuestas de mejora:

1.- En cuanto a los procesos de elaboración de los planes y programas de MICH se propone:

- El que los Programas de MICH se fundamenten en la elaboración y análisis de la evolución biofísica utilizando como herramienta a la ecología histórica, para tener una visión integral, tanto espacial como temporal del origen, evolución y tendencias de la microcuenca, y con base en ello sustentar las propuestas de manejo.
- Que la planificación y gestión de las microcuencas no se haga de forma aislada, sino considerando los vínculos e interacciones que tiene tanto naturalmente como por la acción del hombre con microcuencas vecinas y a nivel regional, en cuanto a flujos del agua, aire, especies, etc. y para efectivamente tender a un manejo holístico del agua, la biodiversidad y el territorio, y considerar los vínculos que estos tienen con las actividades humanas de desarrollo y de uso del suelo, como la es la urbanización, las actividades agropecuarias e industriales, etc.
- El considerar lo de los flujos regionales de agua y sus efectos en cuanto a la calidad y cantidad de esta, en función del grado de conservación de los ecosistemas y los usos del suelo a nivel regional, y los impactos positivos y negativos que esto tiene por la acción del hombre.

2.- Es importante destacar que durante el desarrollo de esta proyecto de tesis se buscó no solo generar conocimientos y aportes para la planificación de los Programas de MICH, y en el mejor de los casos elaborar propuestas de lo que se debe hacer para el MICH, sino que se buscó en la medida de lo posible gestionar las propuestas en los ámbitos pertinentes, con el objetivo de iniciar procesos para que dichas propuestas se lleven a la práctica, y al respecto cabe mencionar las siguientes:

- Se debe pasar del manejo de recursos hídricos, que es lo que ha prevalecido hasta la actualidad en México, a la planificación y gestión del MICH, haciendo para ello las adecuaciones pertinentes a nivel de legislación, de políticas públicas, de las atribuciones obligatorias del quehacer institucional y de colaboración intersectorial.
- Se debe considerar a la cuenca hidrológica como la unidad de planificación y gestión del MICH, y no solo a una porción de ella: la cuenca hidrográfica.
- Se debe impulsar la obligatoriedad de la planificación y gestión del desarrollo nacional y regional por cuencas, subcuencas y microcuencas hidrológicas, para construir una solución integral u holística y sustentable del desarrollo; actualizando los ordenamientos ecológicos del territorio, nacional y regionales, desde una perspectiva de cuenca hidrológica; y contar con un sistema de indicadores organizado por cuencas, subcuencas y microcuencas hidrológicas, que permita definir y ajustar las políticas públicas, los planes, programas, proyectos y presupuestos, a los que se les debe dar observancia, seguimiento y evaluación a corto, mediano y largo plazos.
- Utilizar preferentemente a las microcuencas hidrológicas como el espacio idóneo en los procesos de planificación, manejo y gestión comunitaria del MICH.
- Impulsar el liderazgo de OSC e instituciones académicas para la planificación y gestión intersectorial del MICH, con énfasis en la participación comunitaria y de instituciones académicas, cuyos acuerdos sean vinculantes al quehacer de las instituciones públicas para el MICH.

- Gestionar que se reconozca en la legislación y por las instituciones públicas a los planes de MICH y a la gestión comunitaria de microcuencas hidrológicas.

3.- En cuanto a pasar de la elaboración de propuestas a gestionar acciones y soluciones, como parte de los trabajos de preparación de esta tesis, adicionalmente se contribuyó a los siguientes procesos:

- La elaboración, consenso y gestión de incorporar en las políticas públicas iniciativas para la planificación y manejo del territorio y el agua por microcuencas hidrológicas en Morelos.
- Se gestiono el proceso de participación ciudadana y colaboración intersectorial para la elaboración, consenso y puesta en marcha del plan de manejo del sistema de barrancas del norponiente de Morelos y de los programas de manejo de las microcuencas de Chalchihuapan y El Pantano.
- En el caso de El Pantano que fue el que inicio primero este proceso, la publicación y difusión del Programa de manejo, se conformó e hizo funcionar el comité intersectorial para la gestión del Programa, el que existiese y funcionara un Secretariado técnico encargado de dar atención a los acuerdos del Comité, la gestión para el establecimiento de ANP (Los Venados y El Pantano), la elaboración y acuerdo de las propuestas de Plan de Manejo y Reglamento para la protección de los apantles de Jiutepec.
- En el caso de la microcuenca de Chalchihuapan y de las barrancas del norponiente, la elaboración y consenso del Programa y Plan de manejo respectivamente, y la propuesta para la creación y funcionamiento de los comités intersectoriales para la gestión de estos instrumentos.
- La gestión de la aprobación de la iniciativa de reformas a la LEEPAEM (anexo V.1) para que entre otros temas la participación ciudadana en los consejos y comités estatales y municipales de desarrollo sustentable y de OET sean vinculantes al quehacer de los poderes ejecutivos, y que la planificación y ordenamiento del territorio estatal y locales sea parte de las funciones obligatorias del quehacer gubernamental y se haga por microcuencas y con participación ciudadana y de la academia.
- Las propuestas y gestiones para buscar que se lleve a la práctica lo que dispone la legislación en cuanto a la creación y funcionamiento de las instancias de participación ciudadana para la protección del ambiente, y la creación y funcionamiento de los CCEDS y de los municipios, así como de los COET estatales y municipales para la elaboración y observancia de los programas de OET, y de los programas de MICH.
- La gestión, difusión y promoción de alternativas para el abastecimiento de agua, a partir de asesoría en la construcción y uso de ecotecnias para la captación, filtrado y almacenamiento de agua de lluvia, y el tratamiento y reúso de aguas residuales en comunidades marginadas de las microcuencas
- Preparar propuestas de vinculación y gestión de los planes y programas de MICH con otros instrumentos de planificación y gestión del territorio y de protección de la biodiversidad y el agua, como son los OET y las ANP.

Conclusiones

La experiencia de la elaboración de la ecología histórica de las microcuencas hidrológicas de El Pantano y la barranca de Chalchihuapan, nos permiten visualizar que la evolución del ambiente, el cambio de la corteza terrestre, y la biodiversidad es una constante a lo largo del tiempo geológico, y que esto va a continuar, es decir lo que hoy observamos a nuestro alrededor, el paisaje, no

permanecerá así en un equilibrio dinámico a través del tiempo, sino que va a cambiar, por tanto, ni las montañas, llanuras, barrancas, bosques, selvas, ríos, lagos, etc. que hoy vemos son eternos. Lo único constante en la naturaleza es el cambio permanente de los paisajes, y estos procesos de cambio no suceden en instantes, sino a lo largo de miles y millones de años.

En contraste el proceso de la evolución de la especie humana y su impacto en el ambiente ocupan una pequeñísima proporción en el tiempo en la evolución de la tierra y de la vida, pero es sorprendente el cambio que en cortísimo tiempo hemos realizado en el paisaje, transformando las topoformas, montañas, llanuras, cauces de ríos, humedales, y de aquellos ecosistemas que evolucionaron también con el propio ser humano. Es en estos ecosistemas donde sí podemos observar un cierto equilibrio dinámico en tiempos cortos o de la vida humana. Su funcionamiento se encuentra en general, alterado por la actividad humana, la transformación de los ecosistemas y de la biosfera no tiene precedente por el tiempo tan corto en que lo hemos provocado, y ello pone en riesgo la propia viabilidad o la llamada sustentabilidad del desarrollo humano, ante el imparable crecimiento de su población, y de la imposición al uso del territorio de un modelo de explotación de la naturaleza que es a todas luces insostenible. Esto es aún más preocupante cuando tomamos conciencia de la destrucción que existe de los recursos naturales esenciales como el agua, la base material que sostiene los ecosistemas y que permite la existencia de todas las formas de vida, incluida la humana.

Ejemplo claro de ello son los propios territorios de las microcuencas de El Pantano y Chalchihuapan, del norponiente de Morelos y del propio territorio estatal, en los cuales podemos tener evidencia de su evolución desde hace 150 millones de años, y los cuales fueron en tiempos prehistóricos e históricos territorios y paisajes ambientalmente ricos y variados, que permitieron sostener y progresar la vida humana, con una gran diversidad de ecosistemas y especies presentes en un pequeñísimo territorio, con agua superficial y subterránea que vincula a las distintas regiones de este territorio, agua abundante y de la mayor calidad para la vida humana, tierras fértiles y de la mejor calidad en la producción agrícola a través del riego, variedad de microclimas que permiten la producción de las más diversas especies agropecuarias, y el confort humano durante todo el año,. Prácticamente un paraíso terrenal o *Tamoanchan* como lo llamaban los antiguos mexicanos. Sin embargo, toda esta riqueza natural se ha venido perdiendo en los últimos cien años, y más aceleradamente en los últimos cuarenta años, en que hemos deteriorado o destruido la mayor parte de sus ecosistemas naturales, de su agua, de sus tierras fértiles, de sus paisajes, y al mismo tiempo se da un explosivo crecimiento de la población humana que demanda cada vez mayor cantidad de recursos naturales.

El gran reto es como detener y revertir esta tendencia ecocida a todos niveles. La presente tesis pretende contribuir a hacer un análisis, lo más completo posible, con el propósito de entender nuestro territorio a lo largo de su evolución y su historia, y de generar propuestas que sean integrales u holísticas que nos permitan como sociedad valorar la riqueza natural en la que estamos inmersos y de la cual dependemos para vivir. Por otro lado, se pretende con este estudio concientizar a la sociedad de que asumamos la responsabilidad de planificar y actuar en un manejo holístico del paisaje, del agua, del territorio, de la biodiversidad. Será por lo tanto un desafío sin precedentes tomar conciencia de que nuestro desarrollo deberá tener otro tipo de perspectivas y alcances con nuevas tecnologías que sean amigables con el ambiente y así mucho más eficientes que lo que se ha realizado hasta el momento, como el excesivo consumo de recursos fósiles. Poner un cierto límite a nuestro crecimiento poblacional y al uso de la naturaleza, como la base material que nos sustenta como seres vivos y de la cual formamos parte. Nuevos tiempos de desarrollo con modelos de crecimiento inteligentes serán los que deberán gobernar en nuestro futuro cercano y ya en el presente.

La planificación y manejo de cuencas o microcuencas hidrológicas en el caso de Morelos, es una alternativa pertinente para conservar la naturaleza que nos sustenta. El reto es que como sociedad estemos conscientes de ello, y de poder llevar a la práctica esta propuesta de planificación y manejo del territorio, del agua y la biodiversidad mediante el MICH, y que este manejo tenga continuidad, se sostenga y mejore a través del tiempo, y generar dentro del engranaje de nuestros procesos sociales las reglas, las instituciones y los medios públicos que el MICH sea una realidad en nuestra convivencia como sociedad con la naturaleza, aún hay tiempo de lograrlo, y para ello será necesario que:

- El territorio, la biodiversidad, el suelo y el agua deben ser considerados, manejados y aprovechados de forma sostenible como un todo, como unidad funcional de recursos estratégicos en el estado de Morelos.
- Para la sustentabilidad del desarrollo en Morelos es estratégico impulsar la visión del MICH, lo cual requiere reformar la legislación y las instituciones responsables del ambiente, y establecer la participación ciudadana en la planificación, gestión y uso sostenible del territorio, el agua y la biodiversidad.
- Uno de los retos más importantes, además de reformar la legislación y las instituciones, será primero cambiar nuestra cultura, con el objetivo de que ciudadanos y autoridades valoremos efectivamente a la biodiversidad, al agua y al territorio, como recursos de los cuales depende la vida y la calidad de vida humana, y que la conservación y uso sostenible de estos recursos sean premisas básicas para que el desarrollo humano este en armonía con el ambiente que sustenta la vida en general y la de los humanos en particular.
- El reto es lograr ponernos de acuerdo entre los habitantes de las microcuencas hidrológicas, de la RNEM y del estado de Morelos, acerca de qué queremos para hoy y en el futuro en cuanto a disponibilidad, uso, calidad y cantidad de recursos naturales destinados a sostener y mejorar nuestra calidad de vida, y cómo podemos participar efectivamente en lograrlo. Aún estamos a tiempo de lograr la armonía entre la sociedad humana y la naturaleza que nos sustenta en este privilegiado territorio en que nos tocó vivir.

BIBLIOGRAFÍA:

Indij D., Tammarazio A. 2002. Identificación y Evaluación de las Capacidades de las Instituciones en Latinoamérica como Centros de Recursos y Evaluación del Estado de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en los Países de la Región. CEPAL 113 p.

Bassi, L. 2007. Guía metodológica para el manejo participativo de microcuencas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Guatemala, Guatemala.

Biestroek R., Swart R. y Van der Knapp W. (2009). "The mitigation-adaptation dichotomy and the role of spatial planning". En: *Habitat international* 33: 230-237.

Bunge, V. Cotler, H. Iura, D. Enriquez, C. 2015. Incorporación del enfoque de cuencas en los ordenamientos ecológicos. En: Burgos, A., Bocco, G., Sosa Ramírez, J. (Coordinadores) (2015), *Dimensiones sociales en el manejo de cuencas*, UNAM/CIGA, 308 pp. Disponible para libre descarga en: www.ciga.unam.mx/publicaciones/

Discusión, recomendaciones y conclusiones tesis FJM DCN

Burgos, A., Bocco, G., Sosa Ramírez, J. (Coordinadores) (2015), *Dimensiones sociales en el manejo de cuencas*, UNAM/CIGA, 308 pp. Disponible para libre descarga en: www.ciga.unam.mx/publicaciones/

Cornes, R. y Sandler, T. 1996. The theory of externalities, public goods, and club goods. Cambridge, Reino Unido, Cambridge University Press.

Cotler, H. 2004. El manejo integral de cuencas en México. SEMARNAT 267 p.

Cotler, H. y Pineda, R. 2008. Manejo Integral de Cuencas en México, ¿Hacia dónde vamos?. Boletín del Archivo Histórico del Agua, 39: 16-21.

Cotler, H., Caire, G. 2009. Lecciones aprendidas del manejo de cuencas en México. INE. 380 p.

Cotler, H., Blasco, C., Hernández, R., González, I., Herreras, G., Illsley, C., Pineda, R. y T. Román. 2009b. Algunos factores de éxito para el manejo integral de cuencas en México. WWF y Fundación Gonzalo Río Arronte IAP.

Cotler, H. 2015. Incidencia del enfoque de cuencas en las Políticas públicas de México. En Burgos, A., Bocco, G., Sosa Ramírez, J. (Coordinadores) (2015), *Dimensiones sociales en el manejo de cuencas*, UNAM/CIGA, 308 pp. Disponible para libre descarga en: www.ciga.unam.mx/publicaciones/

Dourojeanni, A. 2004. Si sabemos tanto sobre qué hacer en materia del manejo integrado del agua y cuencas ¿Por qué no lo podemos hacer? En: El manejo integral de cuencas en México. Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. Helena Cotler, compiladora. SEMARNAT-INE. Pp:135-172.

Dourojeanni, A. 2009. Los desafíos de la gestión integrada de cuencas y recursos hídricos en América Latina y el Caribe. Revista Desarrollo Local Sostenible. Grupo Eumed.net, Red Académica Iberoamericana. Disponible en: Biblioteca Conmemorativa Orton

FAO, 2007. La nueva generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas. FAO, Roma, 139 pp.

García-Barrios, R. et al. 2015. La necesidad de autonomía de la política ambiental y el Instituto Morelense de Planificación Estratégica Ambiental. En: Perspectivas del Ordenamiento territorial ecológico en América y Europa. Sorani, V. Alquicira M.L. (editores). ISLPEP. pp:17-52.

Guzmán, M.A.A. 2010. Participación comunitaria y prácticas alternativas, hacia el manejo integral de cuencas, el caso de los Altos centrales de Morelos. UAEM, Juventud y Familia, A.C. Plaza y Valdez Editores. 241 p.

Huizar, R. 2017. Situación actual y los retos del agua subterránea en el marco de la construcción de la Ley General de Aguas. Ponencia en la Reunión de juntas directivas de las comisiones unidas de agua potable y saneamiento y de recursos hidráulico. Palacio legislativo de San Lázaro a 15 de marzo de 2017. 23 p. http://archivos.diputados.gob.mx/Comisiones_LXIII/agua/ponencias/18.pdf

IMTA. 2007. Plan estratégico para la recuperación ambiental de la cuenca del río Apatlaco. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Cuernavaca, Morelos.

Discusión, recomendaciones y conclusiones tesis FJM DCN

IMTA, FGRA, SEMARNAT, CEAMA CONAGUA, 2008. Plan Estratégico para la recuperación la Cuenca del Río Apatlaco. 172 p.

IMTA-FGRA, 2012. Plan integral para el manejo sustentable de las Barrancas del Norponiente del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos. 291 pags, mas 10 anexos.

Jiménez, N.M. 2015. La instrumentación de la política de los desechos en México: transformaciones en la acción pública y en la recomposición del estado 2003-2014. Tesis doctoral, Colegio de México. 248 p.

López Cataño, 2008. Ecología histórica e historia ambiental herramientas teórico-metodológicas para el estudio de paisajes culturales. Universidad Pereyra, Colombia.

López, C.E. Ospina, G.A. 2008. Ecología histórica, interacciones entre sociedad-ambiente a distintas escalas socio-temporales Universidad Tecnológica Pereyra, Colombia

Maass, J. M. 2004. La investigación de procesos ecológicos y el manejo integrado de cuencas hidrográficas: un análisis del problema de escala. Pages 49-62 in H. Cotler, editor. *El manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales and Instituto Nacional de Ecología, Mexico City, Mexico. [online] URL: https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2007/06/645la_investigacion_de_procesos_ecologicos_manejo_cuencas.pdf

Maass, J.M. 2015. El manejo de Cuencas desde un enfoque socio-ecosistémico. En Cuencas de México, No. 1 Año 1, abril-junio 2015. pp: 3-8.

Maderey Rascón, L.E., Gutiérrez Hernández, J.E 2013. *Los problemas del agua y de las cuencas hidrológicas vinculados a las ciudades. Estudios de caso de Cuba y México*. IG-UNAM.

SEMARNAT 2013a. Cuencas hidrográficas, Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión. 36 p.

SEMARNAT/Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2013b. *Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40 Gobierno de la República*. 60 pp. Disponible en: www.encc.gob.mx/

SEMARNAT -CONAGUA 2013. Ley General de Aguas Nacionales y su Reglamento. México. 229 p.

UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), 2009. Guía para la Elaboración de Planes de Manejo de Microcuencas. Basada en la sistematización de la experiencia del Proyecto Tacaná, desarrollada en San Marcos, Guatemala.

UAEM-UNICEDES, 1999. Perspectivas para el Desarrollo Social en la microcuenca del Río Apatlaco. 460 p.

Vargas, S.; Güitron, A.; Hernández, C. 2010. Guía para la construcción de consensos en la gestión integrada del agua. IMTA, México, 178 p.

World Vision. 2000. Manual de manejo de cuencas. Visión Mundial Canadá. 107 p.

SIGLARIO

ABCUBC- Área Bajo Conservación Barrancas Urbanas de Cuernavaca
AGEB – Áreas Geoestadísticas Básicas
ANP – Áreas Naturales Protegidas
CCEDS – Consejo Consultivo Estatal de Desarrollo Sustentable
CPCDS - Consejos de participación ciudadana para el desarrollo sustentable
CEPANAF - Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna
CIBYC – Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación de la UAEM
CIVAC- Ciudad Industrial de Valle de Cuernavaca
COBIOCh – Corredor Biológico Chichinautzin
COET – Comité de Ordenamiento Ecológico y Territorial
COMAGENAP – Comité de manejo y gestión de la nanocuenca El Pantano
CONABIO – Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONAGUA – Comisión Nacional del Agua
CONAPO – Consejo Nacional de Población
CONVAL – Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
CRIM – Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias de la UNAM
DAP – Diámetro a la Altura del Pecho
DCN – Doctorado en Ciencias Naturales de la UAEM
DIF – Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia
GIRH – Gestión Integral de Recursos Hídricos
IMIEM – Instituto Materno Infantil del Estado de México
IMSS – Instituto Mexicano del Seguro Social
IMTA – Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
INEGI – Instituto Nacional de Estadística y Geografía
ISEM – Instituto de Seguridad Minera
ISSEMyM – Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios
ISSSTE – Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de Trabajadores del Estado
FAO – Unión de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO por sus siglas en ingles)
FGRA – Fundación Gonzalo Río Arronte
FUNBA – Fundación Biosfera del Anahuac, A.C.
LAN - Ley de Aguas Nacionales
LEEPAEM- Ley del Equilibrio Ecológico y de la Protección al Ambiente del Estado de Morelos
LGEEPA - Ley General del Equilibrio Ecológico y de la Protección al Ambiente
MBCh – Microcuenca de la Barranca de Chalchihuapan
MICH – Manejo Integral de Cuencas Hidrológicas
MHEP – Microcuenca hidrológica El Pantano
MSNM – Metros Sobre el Nivel del Mar
OET – Ordenamiento Ecológico del Territorio
OSC – Organizaciones de la Sociedad Civil
PEA – Población Económicamente Activa
PEI – Población Económicamente Inactiva
PIB – Producto Interno Bruto
PMISBNM - Plan para el Manejo Integral del Sistema de Barrancas del Norponiente de Morelos

PMMP – Programa de manejo de la microcuenca El Pantano
PNE – Población Económicamente No Activa
PNLZ – Parque Nacional Lagunas de Zempoala
PNZ- Parque Nacional Tepozteco
PDU – Programa de Desarrollo Urbano
POET – Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial
PEREM – Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Morelos
RNEM – Región Norponiente del Estado de Morelos
RSD - Residuos sólidos domiciliarios
SAPAC – Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Cuernavaca
SEDESOL – Secretaria de Desarrollo Social
SIG – Sistema de Información Geográfica
UAEM – Universidad Autónoma del Estado de Morelos
UGA – Unidades de Gestión Ambiental
UICN – Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UMA – Unidad de Manejo de Vida Silvestre
UNAM – Universidad Nacional Autónoma de México
ZPFC – Zona de Protección Forestal de Cuernavaca

GLOSARIO

Campo.- Utilizamos el concepto del campo de Bourdieu (1996).- Un campo es un sector determinado de la actividad social. Un *campo* es un espacio social de acción y de influencia en el que confluyen relaciones sociales determinadas. Estas relaciones quedan definidas por la posesión o producción de una forma específica de capital, propia del campo en cuestión. Cada campo es —en mayor o menor medida— autónomo; la posición dominante o dominada de los participantes en el interior del campo depende en algún grado de las reglas específicas del mismo. El conjunto estructurado de los campos, que incluye sus influencias recíprocas y las relaciones de dominación entre ellos, define la estructura social. Por ejemplo, el campo del arte produce obras de arte, exposiciones, críticas de arte, etc.

Comunidad.- Un grupo de personas ocupando una determinada área de sociedad, la cual participa de un sistema de intereses y actividades bastante amplio como para poder incluir casi todas sus relaciones sociales. Grupo de personas directamente localizadas en un área geográfica, como resultado de una interacción social en el mismo grupo y entre éste y el medio físico.

Contaminación: estudio, control, y tratamiento de los efectos provocados por la adición de sustancias y formas de energía al ambiente.

Cuenca hidrográfica.- Las cuencas constituyen territorios delimitados por un parteaguas donde se concentran todos los escurrimientos (arroyos, ríos) que confluyen y desembocan en un punto común, como un lago (cuenca endorreica), o el mar (cuenca exorreica).

Cuenca hidrográfica y cuenca hidrológica.- El territorio de cualquier superficie del planeta está ordenado o seccionado por cuencas hidrográficas. La cuenca hidrográfica es el área que recibe el agua que va hacia el río. La cuenca hidrológica es más integral que la de cuenca hidrográfica. **Las cuencas hidrológicas** son unidades morfológicas integrales y además de incluir todo el concepto de cuenca hidrográfica, abarcan en su contenido, toda la estructura hidrogeológica subterránea del acuífero como un todo.

Cuenca hidrológica es la unidad del territorio, normalmente delimitada por un parteaguas o divisoria de las aguas, en donde ocurre el agua en distintas formas y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal. La cuenca hidrológica comprende las aguas superficiales y las del subsuelo y es la base para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, (GIRH). Considerando además que las cuencas hidrológicas son sistemas complejos, autorreguladores, disipativos y adaptativos (ver definición más abajo) integrados por los subsistemas ambiental o natural y el social, que están estructurados e interactúan entre sí, y por tanto la GIRH implica la gestión holística de ambos subsistemas y sus componentes, para el funcionamiento sostenible de la cuenca.

Ecología histórica. - es el estudio de los procesos de transformación de los ecosistemas del pasado, detallando el proceso de transformación del paisaje a lo largo del tiempo. Es una línea de investigación que se centra en la interacción entre los seres humanos y el ambiente en el que viven. En lugar de centrarse en un evento específico, la ecología histórica tiene como objetivo estudiar y comprender esta interacción en el espacio y el tiempo, con el fin de obtener una comprensión completa de los efectos acumulativos. A

través de esta interacción, los seres humanos dan forma al ambiente y continuamente contribuyen a la transformación del paisaje.

Educación ambiental: cambio de las actitudes del hombre frente a su medio biofísico, y hacia una mejor comprensión y solución de los problemas ambientales.

Eficiencia es la «capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado». Eficiencia es «**hacer bien las cosas**», es decir, hacer las cosas buscando la mejor relación posible entre los recursos empleados y los resultados obtenidos. La eficiencia tiene que ver con «**cómo**» se hacen las cosas.

Eficacia es la «capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera». Eficacia es «**hacer las cosas correctas**», es decir, hacer las cosas que mejor conducen a la consecución de los resultados. La eficacia tiene que ver con «**qué**» cosas se hacen.

Efectividad es sinónimo de eficacia. Efectividad es «**hacer bien las cosas correctas**», es decir, hacer las cosas de forma **eficiente y eficaz**. La efectividad tiene que ver con «**qué**» cosas se hacen y con «**cómo**» se hacen esas cosas.

Evaluación del impacto ambiental: conjunto de acciones que permiten establecer los efectos de proyectos, planes o programas sobre el ambiente, y elaborar medidas correctivas, compensatorias y protectoras de los potenciales efectos adversos.

Evolución histórica.- La evolución es **todo proceso de cambio** y pasaje de una generación de elementos a otra. La evolución humana combina tanto elementos biológicos y naturales con elementos sociales y culturales a través del tiempo. La evolución implica siempre una alteración de las condiciones existentes hacia un estado superior en el cual se hace presente una mayor complejización de las mismas.

Externalidad.- es una situación en la que los costos o beneficios de producción y/o consumo de algún bien o servicio no se reflejan en su precio de mercado. En otras palabras, son externalidades aquellas actividades que afectan a otros sin que estos paguen por ellas o sean compensados. Las externalidades son generalmente clasificadas en **externalidades negativas**, cuando una persona o una empresa realiza actividades, pero no asume todos los costos, efectivamente traspasando a otros, posiblemente la sociedad en general, algunos de sus costos; y **externalidades positivas**, cuando esa persona o empresa no recibe todos los beneficios de sus actividades, con lo cual otros —posiblemente la sociedad en general— se benefician sin pagar. En las cuencas las externalidades negativas son los impactos acumulados de las actividades humanas o externalidades* (sedimentos, contaminantes y nutrientes). Las cuencas hidrológicas proporcionan a la sociedad numerosos bienes y servicios, como agua potable, control de la erosión, fijación del carbono y conservación de la biodiversidad. Estos bienes y servicios se denominan “bienes públicos” o “externalidades positivas”.

Falla.- Falla es una condición no deseada que hace que el elemento estructural no desempeñe una función para la cual existe. Comparación de lo que está sucediendo con lo que debería suceder. Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que

debería o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

Funcionamiento de ecosistemas. - Procesos críticos a nivel del ecosistema tienen influencia en la productividad de plantas, fertilidad del suelo, calidad del agua, química atmosférica, y muchas otras condiciones ambientales globales, que finalmente afectan el bienestar humano. Estos procesos ecosistémicos son controlados, tanto por la biodiversidad, como por la identidad de las especies de plantas, animales y microbios dentro de una comunidad. Las modificaciones humanas a la comunidad viviente dentro de un ecosistema – así como a la biodiversidad global de la tierra – pueden entonces alterar las funciones ecológicas y los servicios que sustentan la vida, los cuales son vitales para el bienestar de las sociedades humanas. El funcionamiento de los ecosistemas resulta de las interacciones entre y dentro de los diferentes niveles de la biota. El funcionamiento de los ecosistemas son los procesos naturales que sustentan la vida

Gestión.- Conjunto de operaciones que se realizan para dirigir y administrar un negocio o una empresa. "una buena gestión hace que las empresas funcionen". Conjunto de acciones, o diligencias que permiten la realización de cualquier actividad o materializar un proyecto. Gestión es asumir y llevar a cabo las responsabilidades sobre un proceso (es decir, sobre un conjunto de actividades) lo que incluye:

- La preocupación por la disposición de los recursos y estructuras necesarias para que tenga lugar.
- La coordinación de sus actividades (y correspondientes interacciones)

Gestión de recursos en los estudios organizacionales, gestión de recursos es la implementación eficiente y eficaz de los recursos de una organización cuando se necesitan. Estos recursos pueden incluir recursos financieros, inventario, habilidades humanas, los recursos de producción, o tecnología de la información (IT). la mejor manera de asignar los recursos para ejecutar y monitorear un proyecto con éxito

En la conservación, la gestión de recursos es un conjunto de prácticas relacionadas con el mantenimiento de la integridad de los sistemas naturales. Ejemplos de esta forma de gestión es la gestión de recursos de aire, la conservación del suelo, la silvicultura, la gestión de la vida silvestre y la gestión de los recursos hídricos. El término general para este tipo de manejo de los recursos es la gestión de recursos naturales.

Gestión ambiental. - Se denomina gestión ambiental o gestión del ambiente al conjunto de diligencias conducentes al manejo integral del sistema ambiental. Dicho de otro modo, e incluyendo el concepto de desarrollo sostenible o sustentable, es la estrategia mediante la cual se organizan las actividades antrópicas que afectan al ambiente con el fin de lograr una adecuada calidad de vida, previniendo o mitigando los problemas ambientales.

La gestión ambiental responde al "cómo hay que hacer" para conseguir lo planteado por el desarrollo sostenible, es decir, para conseguir un equilibrio adecuado para el desarrollo económico, crecimiento de la población, uso racional de los recursos y protección y conservación del ambiente. Abarca un concepto integrador superior al del manejo ambiental: de esta forma no sólo están las acciones a ejecutarse por la parte operativa, sino también las directrices, lineamientos y políticas formuladas desde los entes rectores, que terminan mediando la implementación.

Gestión comunitaria. - La gestión comunitaria, está compuesta por una serie de factores complejos. Uno de sus ejes centrales, es que las comunidades sean capaces de administrar, operar y mantener los sistemas con criterios de eficiencia, eficacia y equidad tanto social como de género. Estos entes comunales, toman todas las decisiones, teniendo el control de los recursos (técnicos, financieros, de personal, etc.), y establecen relaciones horizontales con las instancias gubernamentales y no gubernamentales que apoyan su gestión. En esta visión, la gestión comunitaria se consolida en la constitución de una organización cuyos miembros tienen la representación legítima de la comunidad y defienden sus intereses, con una gestión de calidad; con eficacia y eficiencia.

Gestión integrada de Recursos Hídricos (GIRH).- Coordinar todas las intervenciones que los seres humanos hacemos para usar el agua y otros recursos en un sistema hídrico compartido (agua y cuenca), buscando mantener un equilibrio entre las metas económicas, sociales y ambientales, con la finalidad de reducir los conflictos entre usuarios y con el ambiente y lograr que la sumatoria de los beneficios de las intervenciones a largo plazo sean más que los costos sociales, ambientales y económicos acumulados (Axel C. Dourojeanni 2010, 2014). Quizás lo más novedoso es la preocupación por el control de las externalidades negativas de usuarios sobre los demás. Incluyendo el respeto al ambiente: caudales ecológicos, humedales, zonas de reserva de agua a efectos del cambio climático, a reducir las demandas sobre el agua mediante una mejor eficiencia de uso (nueva cultura del agua), respeto a la equidad en la distribución del agua y otros valores sociales y ambientales, así como el de eficiencia económica. Los términos más comunes utilizados en América Latina, asociados a la Gestión de Cuencas, son los de Manejo de Cuencas y de Gestión Integrada de Recursos Hídricos. Ambos términos provienen de traducciones literales de los términos originales provenientes del idioma inglés: *Watershed Management* y *Water Resources Management*

Historia ambiental. - es definida como “las relaciones entre la sociedad humana y el resto de la naturaleza” Es el diálogo ya muy antiguo entre la sociedad humana y la naturaleza, subyace a todas las estructuras sociales, a partir de ella se puede entender: la economía, el derecho, el poder político, el conflicto social, y demás”. la Historia Ambiental se ocupa de las interacciones entre las sociedades humanas y el mundo natural, y de las consecuencias de esas interacciones para ambas partes a lo largo del tiempo. Para el MICH es fundamental tener en cuenta la historia ambiental de la cuenca o microcuenca en la que se pretende intervenir, como base o fundamento para gestionar la participación social y de los diferentes sectores que se propone involucrar en el proceso de planificación y gestión para tener mejor expectativa o garantía de éxito.

Manejo integral de Cuencas Hidrológicas (MICH).- Se entiende como un proceso de planificación, implementación y evaluación de acciones dirigidas al control de las externalidades negativas, mediante la participación organizada e informada de la población y de los sectores académico y gubernamental, orientadas al aprovechamiento adecuado de los recursos naturales con fines productivos, a la conservación o restauración de los ecosistemas, y al control y prevención de los procesos de degradación ambiental, en una cuenca hidrológica como unidad territorial.

Se espera que este manejo sea adaptativo, participativo y sistemático para que repercuta en la integridad ecológica de la cuenca en sus tres dimensiones, incluyendo las interacciones con los flujos de agua superficial y subterránea, y en la conservación de

ecosistemas "saludables" capaces de proveer bienes y servicios ambientales que mejoren la calidad de vida de los habitantes.

Tiene además como fin último, la conservación y/o restauración del ciclo hidrológico natural de la cuenca, ya que este representa no solo una parte indivisible de la cuenca en superficie sino, el basamento sobre el cual se almacenan y repercuten las acciones sociales (a través de la extracción, contaminación, deforestación).

El reconocimiento de la complejidad de los socio-ecosistemas y la imposibilidad de conocer todos y cada uno de sus aspectos funcionales, obligan a utilizar el manejo adaptativo y el principio precautorio como estrategia para lidiar con la incertidumbre. Todo ello apunta a las cuencas hidrológicas como unidades (ecológicas, paisajísticas, territoriales) ideales para el manejo integrado de socio-ecosistemas.

Manejo Integrado de Recursos Naturales.- (MIRN) es un conjunto de estrategias, directrices y acciones, cuyo objetivo es administrar de manera eficiente y sostenible todos los aspectos y procesos relacionados con el aprovechamiento y la recuperación de la base de recursos naturales.

Ordenamiento territorial: distribución de los usos del territorio de acuerdo con sus características, que armonice el aprovechamiento equilibrado, integral y sostenible del territorio.

Paisaje: interrelación de los factores bióticos, estéticos y culturales sobre el ambiente.

Política ambiental.- la dirección pública de los asuntos ambientales internacionales, regionales, nacionales y locales.

Territorio.- Territorio, del latín *territorium*, es una porción de la superficie terrestre que pertenece a un país, una provincia, una región, etc. El término puede hacerse extensivo a la tierra, terreno o área definida que posee legalmente o controla una persona, una organización o una institución, un Estado o un país

El concepto de territorio es amplio y diverso. En geografía es largamente utilizado, y si en algunos casos su uso tiene una concepción política, en otros está más íntimamente ligado con variantes de paisaje, región, espacio y clima. En la física, por ejemplo, territorio refiere a superficie terrestre o relieve, y por ello está vinculado a las nociones de litosfera, atmósfera y otras. Para la ecología el territorio es sinónimo de medio natural, de entorno del ser humano en su relación con la naturaleza. Para el estudio del paisajismo, territorio es sinónimo de paisaje natural o cultural que entraña una relación con el uso que la sociedad hace del suelo. El concepto de territorio desde la geografía política, investiga el uso de un territorio como espacio físico dominado por una persona o grupo social frente a otros.

Sistema.- Actualmente se define un sistema como «un todo estructurado de elementos, interrelacionados entre sí, organizados por la especie humana con el fin de lograr unos objetivos. Cualquier cambio o variación de cualquiera de los elementos puede determinar cambios en todo el sistema». El dinamismo sistémico contempla los procesos de intercambio entre el propio sistema y su medio, que pueden así modificar al sistema o mantener una forma, organización o estado dado del mismo. Los sistemas en los que

interviene la especie humana como elemento constitutivo, sociedad, educación, comunicación, etc., suelen considerarse sistemas abiertos. Son sistemas cerrados aquellos en los que fundamentalmente los elementos son mecánicos, electrónicos o cibernéticos.

Sistemático.- El pensamiento sistémico es el que se da en un sistema de varios subsistemas o elementos interrelacionados. Intenta comprender su funcionamiento y resolver los problemas que presentan sus propiedades.

El enfoque sistemático es un tipo de proceso lógico que se aplica para resolver problemas y comprende las siguientes seis etapas clásicas: identificación del problema, determinar alternativas de solución, seleccionar una alternativa, puesta en práctica de la alternativa seleccionada, determinar la eficiencia de la realización y revisar cuando sea necesario cualquiera de las etapas del proceso.

Socio-ecosistemas. - Se entiende como un sistema abierto, complejo, autorregulador, disipativo y adaptativo, en el que distintos componentes culturales, políticos, sociales, económicos, ecológicos, tecnológicos, etc. están interactuando. Esto implica que el enfoque de la gestión de los ecosistemas y recursos naturales, no se centra en los componentes del sistema sino en sus relaciones, interacciones y retroalimentaciones. Es un concepto holístico, sistémico e integrador del “ser humano-en-la naturaleza”.

Dentro del contexto de esta tesis las cuencas hidrológicas están estructuradas y funcionan como un socio-ecosistema, compuesto por dos grandes subsistemas el natural y el social, cada uno de ellos integrados por diversos componentes (el natural por componentes: geológicos, hídricos, edáficos, climáticos, bióticos, etc. y el social por componentes: culturales, políticos, socioeconómicos, tecnológicos, etc.). Ambos subsistemas están estructurados e interactúan entre sí permitiendo que la cuenca funcione como un sistema complejo, autorregulador, disipativo y adaptativo.

Valoración.- Se denomina valoración a la importancia que se le concede a una cosa o persona. El término puede utilizarse en infinidad de ámbitos, pero remite en la consideración que tiene un elemento con respecto a una mirada subjetiva. Por lo general, las valoraciones no dependen únicamente de una sola persona, sino que son procesos sociales que son difíciles de manipular. Cada individuo puede tener algún grado de valoración propia en función de sus circunstancias personales. La valoración es un elemento importante en una sociedad y se manifiesta especialmente en la asignación de precios en un mercado abierto. Desde el punto de vista de la ética, la valoración se refiere a un determinado juicio que cada acto tiene a los ojos de un individuo o de la sociedad.

Valoración de la biodiversidad y el agua.- esta referido a todos los valores esenciales (para la sociedad) implícitos en la importancia cultural, ecológica, educativa-didáctica, científica, estética, y desde luego la económica del agua y la biodiversidad

Valoración de recursos naturales.- A los recursos naturales se les reconocen cuatro tipos de valores: valor de uso, valor de cambio, valor potencial o de opción y valor intrínseco o de existencia. El predominio de las valoraciones de los recursos naturales basadas en cifras económicas ha generado una infravaloración de los beneficios reales que obtienen las sociedades de la naturaleza, causada por el desconocimiento de la complejidad de las funciones ecológicas y por ignorar la integralidad de los subsistemas que componen el ambiente. Ante tal panorama, resulta imperante encontrar puentes conceptuales entre las ciencias ambientales para llenar los vacíos en los métodos de valoración, recurriendo a la pluralidad de escalas de medición, a la participación de los actores involucrados y al principio de precaución frente a los límites de la conmensurabilidad de la naturaleza- La

propuesta de valorar integralmente los bienes y servicios ecosistémicos (BSE) contribuye a que las decisiones políticas se ajusten de mejor forma a la realidad ambiental.

Vida silvestre: estudio y conservación de los seres vivos en su medio y de sus relaciones, con el objeto de conservar la biodiversidad.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS
DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES

Cuernavaca, Morelos a 11 / 06 / 19

COMITÉ DE REVISION DE TESIS

Dra. Elisabet Wehncke (Tutor)
Dra. María Antonieta Gómez Balandra
Dr. Xavier López Medellín (Cotutor)
Dr. David Valenzuela Galván
Dra. Úrsula Oswald Spring
Dra. Nohora Guzmán Ramírez
Dr. Norman Mercado Silva

Tesis: "Hacia la gestión intersectorial de microcuencas hidrológicas en Morelos

Alumno que la presenta a revisión: FERNANDO JARAMILLO MONROY

Programa: DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES

VOTO

El documento ha sido revisado y reúne los requisitos para editarse como TESIS por lo que es **APROBADO**

ATENTAMENTE

DRA. MARIA ANTONIETA GÓMEZ BALANDRA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS
DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES

Cuernavaca, Morelos a 11 / Jun / 19

COMITÉ DE REVISION DE TESIS

Dra. Elisabet Wehncke (Tutor)
Dra. María Antonieta Gómez Balandra
Dr. Xavier López Medellín (Cotutor)
Dr. David Valenzuela Galván
Dra. Úrsula Oswald Spring
Dra. Nohora Guzmán Ramírez
Dr. Norman Mercado Silva

Tesis: "Hacia la gestión intersectorial de microcuencas hidrológicas en Morelos

Alumno que la presenta a revisión: FERNANDO JARAMILLO MONROY

Programa: DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES

VOTO

El documento ha sido revisado y reúne los requisitos para editarse como TESIS por lo que es **APROBADO**

ATENTAMENTE

DRA. NOHORA GUZMAN RAMIREZ



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS
DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES

Cuernavaca, Morelos a 11 de Junio 2019

COMITÉ DE REVISION DE TESIS

Dra. Elisabet Wehncke (Tutor)
Dra. María Antonieta Gómez Balandra
Dr. Xavier López Medellín (Cotutor)
Dr. David Valenzuela Galván
Dra. Úrsula Oswald Spring
Dra. Nohora Guzmán Ramírez
Dr. Norman Mercado Silva

Tesis: "Hacia la gestión intersectorial de microcuencas hidrológicas en Morelos

Alumno que la presenta a revisión: FERNANDO JARAMILLO MONROY

Programa: DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES

VOTO

El documento ha sido revisado y reúne los requisitos para editarse como TESIS por lo que es **APROBADO**

ATENTAMENTE


DR. XAVIER LOPEZ MEDELLIN



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES

Cuernavaca, Morelos a 11/06/19

COMITÉ DE REVISION DE TESIS

Dra. Elisabet Wehncke (Tutor)
Dra. María Antonieta Gómez Balandra
Dr. Xavier López Medellín (Cotutor)
Dr. David Valenzuela Galván
Dra. Úrsula Oswald Spring
Dra. Nohora Guzmán Ramírez
Dr. Norman Mercado Silva

Tesis: "Hacia la gestión intersectorial de microcuencas hidrológicas en Morelos

Alumno que la presenta a revisión: FERNANDO JARAMILLO MONROY

Programa: DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES

VOTO

El documento ha sido revisado y reúne los requisitos para editarse como TESIS por lo que es **APROBADO**

ATENTAMENTE



DR. NORMAN MERCADO SILVA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES

Cuernavaca, Morelos a 11.06.19

COMITÉ DE REVISION DE TESIS

Dra. Elisabet Wehncke (Tutor)
Dra. María Antonieta Gómez Balandra
Dr. Xavier López Medellín (Cotutor)
Dr. David Valenzuela Galván
Dra. Úrsula Oswald Spring
Dra. Nohora Guzmán Ramírez
Dr. Norman Mercado Silva

Tesis: "Hacia la gestión intersectorial de microcuencas hidrológicas en Morelos"

Alumno que la presenta a revisión: FERNANDO JARAMILLO MONROY

Programa: DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES

VOTO

El documento ha sido revisado y reúne los requisitos para editarse como TESIS por lo que es **APROBADO**

ATENTAMENTE

DRA. URSULA OSWALD SPRING



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS
DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES

Cuernavaca, Morelos a 11.06.19

COMITÉ DE REVISION DE TESIS

Dra. Elisabet Wehncke (Tutor)
Dra. María Antonieta Gómez Balandra
Dr. Xavier López Medellín (Cotutor)
Dr. David Valenzuela Galván
Dra. Úrsula Oswald Spring
Dra. Nohora Guzmán Ramírez
Dr. Norman Mercado Silva

Tesis: "Hacia la gestión intersectorial de microcuencas hidrológicas en Morelos"

Alumno que la presenta a revisión: FERNANDO JARAMILLO MONROY

Programa: DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES

VOTO

El documento ha sido revisado y reúne los requisitos para editarse como TESIS por lo que es **APROBADO**

ATENTAMENTE


DR. DAVID VALENZUELA GALVAN



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES

Cuernavaca, Morelos a 11 de Junio 19

COMITÉ DE REVISION DE TESIS

Dra. Elisabet Wehncke (Tutor)
Dra. María Antonieta Gómez Balandra
Dr. Xavier López Medellín (Cotutor)
Dr. David Valenzuela Galván
Dra. Úrsula Oswald Spring
Dra. Nohora Guzmán Ramírez
Dr. Norman Mercado Silva

Tesis: "Hacia la gestión intersectorial de microcuencas hidrológicas en Morelos

Alumno que la presenta a revisión: FERNANDO JARAMILLO MONROY

Programa: DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES

VOTO

El documento ha sido revisado y reúne los requisitos para editarse como TESIS por lo que es **APROBADO**

ATENTAMENTE

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'E. Wehncke', written over a horizontal line.

DRA. ELISABET WEHNCKE