



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**ESTUDIO Y MANEJO HIDROLÓGICO DE LA
CUENCA DEL RÍO CUPATITZIO**

TESIS

que para obtener el título de Ingeniero Civil

Presentada por:

MARIA ELENA MORALES PRIETO

Asesor:

M.I. FERNANDO OJEDA TORRES

Morelia, Michoacán., Septiembre de 2007.

DEDICATORIAS ESPECIALES

A DIOS Y A NUESTRA MADRE DE MEXICO LA VIRGEN DE GUADALUPE

POR DARME LA VIDA Y POR GUIARME EN EL CAMINO, QUE SIEMPRE ME ENSEÑARON QUE CUALQUIER TROPIEZO ELLOS SIEMPRE ESTUVIERON PARA LEVANTARME.

A MIS PADRES:

MARIA DEL CARMEN PRIETO RAZO

J. GUADALUPE MORALES RAMÌREZ

LES AGRADEZCO CON TODO MI CORAZÒN, DARME SU APOYO PARA SEGUIR ADELANTE, POR QUE LUCHARON EN LA VIDA POR MANTENERME VIVA Y PORQUE CONFIARON EN MI, GRACIAS POR ESTA CARRERA QUE ME DAN Y EL SACRIFICIO QUE HICIERON, PORQUE SIN USTEDES NO LO HUBIERA LOGRADO, LOS ADMIRO Y MIS RESPETOS, **LOS AMO.**

AGRADECIMIENTOS

A MI ASESOR

M.I. FERNANDO OJEDA TORRES, GRACIAS POR BRINDARME TODO EL APOYO Y EL TIEMPO NECESARIO PARA PODER LLEVAR A CABO ESTA LABOR, Y POR QUE DE EL HE APRENDIDO MUCHO, ASIMISMO AGRADEZCO A MIS SINODALES POR EL TIEMPO QUE ME BRINDARON, GRACIAS POR TU APOYO DRA. ING. SONIA TATIANA SÀNCHEZ QUASPE Y GRACIAS ING. JERÓNIMO FLORES FRANCISCO.

A MIS HERMANOS:

LUPITA, JUANA, MANUEL, CAR, ROQUE, POR ESTAR CONMIGO Y COMPARTIR LA VIDA JUNTOS, POR SU APOYO Y TOLERANCIA, HERMANOS SIEMPRE ESTARÁN EN MI CORAZÓN, LOS QUIERO NO LO OLVIDEN.

A LOS QUE SON PARTE:

DE MI FAMILIA, ALEJANDRITA, QUIQUE, ANDREITA, DANY, DIANITA, OLY, BEBÉ, ALEJANDRO, ELIAS, OLIVIA Y MÓNICA, GRACIAS POR TODO EL APOYO BRINDADO Y PORQUE JUNTOS FORMAMOS UNA BONITA FAMILIA.

A MI NOVIO:

RAMÓN JOAQUÍN HILARIO, POR SU AMOR, CONFIANZA, PACIENCIA, RESPETO Y POR TODO EL APOYO QUE ME HA DEDICADO, ERES PARTE DE MÍ. **TE AMO.**

A MIS AMIGOS:

GRACIAS LES DOY A TODOS ELLOS POR HABERME BRINDADO SU AMISTAD LA LISTA ES DEMASIADO LARGA PARA MENCIONAR A CADA UNO.

A TODO EL PERSONAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL:

GRACIAS A TODOS LOS CATEDRÁTICOS POR SU PACIENCIA Y DEDICACIÓN CON NOSOTROS PARA FORMANOS COMO PROFESIONISTAS COMO TODO A TODO EL PERSONAL EN GENERAL.

INDICE GENERAL

Capítulo I Introducción	1
1.1 Antecedentes	7
1.2 Localización geográfica	11
1.2.1 La cuenca del río Balsas	11
1.2.2 La cuenca del río Cupatitzio	11
Capítulo II Caracterización socioeconómica	17
2.1 La cuenca del río Cupatitzio	17
2.2 Población	17
2.2.1 Densidad de población	19
2.2.2 Crecimiento poblacional	20
2.2.3 Población urbana y población rural	21
2.2.4 Población económicamente activa	22
2.3 Principales actividades económicas	23
2.4 Organización y tenencia de la tierra	30
2.5 Servicios	31
2.5.1 Educación	31
2.5.2 Salud	31
2.5.3 Servicios públicos municipales	32
2.5.4 Composición social	33
2.5.5 Marginación	34
Capítulo III Características físicas	35
3.1 Fisiografía	35
3.2 Geomorfología	35
3.3 Geología y estratigrafía	36
3.4 Tipo y uso de suelo	39
Capítulo IV Recursos forestales	42
4.1 Vegetación	42

4.1.1 Manejo forestal	46
4.1.2 Reforestación	47
4.1.3 Control y combate de incendios	48
4.1.4 Industria forestal	48
4.2 Fauna silvestre	49
4.2.1 Manejo de fauna	50
4.3 Programas de apoyo	50
4.3.1 Programas para el desarrollo forestal (PRODEFOR2004)	50
4.3.2 Programa de desarrollo forestal comunitario 2004 (PROCYMAF-II)	51
4.4 Servicios ambientales	51
4.5 Áreas naturales protegidas en la cuenca del río Cupatitzio (ANP)	52
Capítulo V Recursos hídricos	59
5.1 Climatología	59
5.1.1 Temperatura media anual	59
5.1.2 Precipitación media anual	61
5.1.3 Evaporación potencial media anual	63
5.2 Hidrología superficial	64
5.2.1 Región hidrológica, cuenca y sub-cuenca	64
5.2.2 Hidrografía	66
5.2.3 Escurrimiento superficial	68
5.2.4 Calidad del agua superficial	72
5.3 Hidrología subterránea	83
5.3.1 Acuíferos en la cuenca del río Cupatitzio	83
5.3.2 Tipos de acuíferos y estudios efectuados	86
5.3.3 Censo de aprovechamientos por uso y volumen extraído	91
Capítulo VI Balance hidrológico	92
6.1 Disponibilidad de aguas superficiales	93
6.2 Disponibilidad de aguas subterráneas	94
6.2.1 Acuífero “Nueva Italia”	95
6.2.2 Acuífero “Uruapan”	96

Capítulo VII Usos del agua	98
7.1 Agrícola	98
7.2 Uso público urbano	102
7.2.1 Abastecimiento de agua a la población	102
7.2.2 Comportamiento de organismos operadores de la cuenca	104
7.2.3 Alcantarillado y saneamiento	106
7.3 Uso industrial	109
7.4 Uso pecuario	109
7.5 Uso acuícola	109
7.6 Uso en generación de energía eléctrica	111
7.7 Competencia entre usuarios	114
Capítulo VIII Problemática	116
8.1 Problemáticas detectado por el GTT	116
8.2 Problemáticas detectada durante el taller ZOPP	120
8.3 Problemáticas observadas detectada en la cuenca por el GTT	123
Capítulo IX Conclusiones y recomendaciones	125
Capítulo X Bibliografía	128

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Extensión territorial de los Municipios dentro de la Cuenca del Río Cupatitzio	12
Tabla 2. Municipios con más del 2% de su territorio dentro de la Cuenca del Río Cupatitzio	13
Tabla 3. Superficie por municipio en la cuenca cerrada de Paracho-Nahuatzen	16
Tabla 4. Superficie por municipio de la cuenca cerrada de Zirahúen	16
Tabla 5. Superficies por Regiones de la cuenca del río Cupatitzio	17
Tabla 6. Población en los principales municipios de Michoacán	18
Tabla 7. Población total por municipio en la cuenca del río Cupatitzio	19
Tabla 8. Densidad demográfica por municipio	19
Tabla 9. Localidades con más de 2,000 habitantes	20
Tabla 10. Tasa de crecimiento poblacional	21
Tabla 11. Población urbana y rural	22
Tabla 12. Población económicamente activa por municipio y sector	22
Tabla 13. Industria Manufacturera, por municipio	25
Tabla 14. Industria Comercial, por municipio	26
Tabla 15. Industria de Servicios, por municipio	27
Tabla 16. Producción pecuaria en los municipios de la Cuenca	27
Tabla 17. Productos pecuarios de los municipios de la Cuenca	28
Tabla 18. Nivel de tecnificación en procesos de producción pecuaria, por municipio	28
Tabla 19. Ejidos y comunidades agrarias, y superficie de unidades de producción rural, por municipio	30
Tabla 20. Servicios públicos municipales	32
Tabla 21. Toneladas de basura diaria en algunos municipios de la cuenca, 2000	33

Tabla 22. Población indígena por municipio	33
Tabla 23. Grado de marginación por municipio	34
Tabla 24 Tipo de suelo por municipio (porcentaje)	39
Tabla 25 Suelos dominantes en la cuenca del Cupatitzio	40
Tabla 26. Superficie por tipo de vegetación y uso de suelo (2000). Cuenas del río Cupatitzio, Paracho y Zirahúen	40
Tabla 27. Superficie por uso de suelo	41
Tabla 28. Tipo de vegetación 1990-2000 (Has)	41
Tabla 29. Bosque de clima templado en la cuenca del Río Cupatitzio	42
Tabla 30. Tipo de Vegetación	43
Tabla 31. Aprovechamientos forestales en la Cuenca del Río Cupatitzio	46
Tabla 32. Periodo de reforestación 1998-2004	47
Tabla 33. Incendios y vegetación por municipio, en la Cuenca del Río Cupatitzio	48
Tabla 34. Industrias forestales en la cuenca del río Cupatitzio	49
Tabla 35. Comparativa de vegetación y uso de suelo 1976-2000 de la Cuenca del Río Cupatitzio	51
Tabla 36. Datos generales del sector forestal en la cuenca.	52
Tabla 37. Precipitación media anual en la región del Balsas	61
Tabla 38. Estructura administrativa de la Región IV Balsas	66
Tabla 39. Distribución del escurrimiento superficial en la Cuenca del río Balsas	69
Tabla 40. Calidad del agua de los Manantiales	82
Tabla 41. Calidad del agua de los Manantiales	82
Tabla 42. Participación municipal en el Acuífero “Uruapan”	85
Tabla 43. Participación municipal en el acuífero “Nueva Italia”	85
Tabla 44. Resultados de pruebas de bombeo transmisividades en m ² /s, acuífero de Nueva Italia	87

Tabla 45 Resultados de pruebas de bombeo. Transmisividad en m^2/s	87
Tabla 46. Piezométrica del Acuífero “Uruapan”	88
Tabla 47. Piezométrica del Acuífero “Nueva Italia”	88
Tabla 48 Aprovechamientos en el acuífero “Nueva Italia”	91
Tabla 49. Aprovechamientos en el acuífero “Uruapan”	91
Tabla 50. Recarga total media anual y disponibilidad de aguas subterráneas	97
Tabla 51. Aprovechamientos superficiales y subterráneos en los municipios de la cuenca	98
Tabla 52. Superficie de labor por disponibilidad de agua	99
Tabla 53. Características generales de los Módulos de Riego, D. R. 097	100
Tabla 54. Volumen de descargas estimadas para los municipios de la Cuenca del Río Cupatitzio	106
Tabla 55. Cuerpos receptores de las descargas inventariadas de los municipios de la cuenca	106
Tabla 56. Orígenes de las descargas inventariadas de los municipios de la cuenca	107
Tabla 57 Generación de aguas residuales y coberturas de drenaje en los municipios de la cuenca	107
Tabla 58. Datos técnicos de las centrales hidroeléctricas	113

INDICE DE MAPAS

Mapa 1. La cuenca del río Balsas y la sub-cuenca del río Cupatitzio.	11
Mapa 2. Localización de la sub-Cuenca del río Cupatitzio y división municipal.	14
Mapa 3. Ubicación de las sub-cuencas del río Cupatitzio, Paracho-Nahuatzen y Lago de Zirahuén	15
Mapa 4. Temperatura Media Anual	60
Mapa 5. Precipitación pluvial	63
Mapa 6. Evaporación potencial media anual	63
Mapa 7. Ubicación de la cuenca del Río Cupatitzio en la Región Hidrológica Balsas.	66
Mapa 8. Red hidrográfica de la cuenca del río Cupatitzio	67
Mapa 9. Límites de los acuíferos Uruapan y Nueva Italia	84
Mapa 10. Ubicación del sistema Cupatitzio – Cajones en la cuenca del río Cupatitzio	101

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Superficie cultivada y cosecha en la cuenca del río Cupatitzio, por tipo de cultivo	24
Figura 2. Superficie cultivada y cosecha en la cuenca del río Cupatitzio, con servicio de riego	25
Figura 3. Tasa de analfabetismo por municipio	31
Figura 4. Temperaturas medias mensuales registradas en cinco estaciones, climatológicas ubicadas en la cuenca del río Cupatitzio.	61
Figura 5. Precipitación media anual registrada en cinco estaciones climatológicas, ubicadas en la cuenca del río Cupatitzio.	62
Figura 6. Evaporación registrada en cinco estaciones climatológicas, ubicadas en la cuenca del río Cupatitzio	64
Figura 7. Infraestructura de Control Hidrométrico del río Cupatitzio	71
Figura 8. Esquema de variables medidas en la RNMCA	75
Figura 9. Variación del gasto en el río Cupatitzio	77
Figura -10. Parámetros de la calidad del agua	79
Figura 11. Nutrientes del agua en la cuenca del río Cupatitzio	79
Figura 12. Nivel de coniformes	80
Figura 13. Usos del agua por sector	99
Figura 14. Diferentes usos del agua subterránea.	102
Figura 15. Producción acuícola en la cuenca del río Cupatitzio	110
Figura 16. Árbol de problemas, derivado de la segunda fase del taller ZOPP	124

1. INTRODUCCIÓN

El manejo y preservación del agua y del medio ambiente es un imperativo estratégico en el desarrollo de cualquier país; por ello, es necesario reconocer que es un recurso finito y vulnerable. Sin embargo, se ha notado el detrimento paulatino del medio ambiente en general y del agua en particular, resultado de la sobreexplotación de los recursos naturales así como de su mal manejo. El creciente deterioro de la calidad del agua así como su cada vez mayor escasez, obliga a poner más atención en su administración para evitar posibles riesgos para el desarrollo tanto económico como social.

Ante esta situación poco optimista, se ha manifestado y extendido la idea de que los recursos naturales –agua, aire, suelo, flora y fauna- deben ser protegidos con el fin de sostener y mejorar las condiciones de vida humana en el planeta. Este cometido sólo se puede alcanzar si se logra un equilibrio entre las necesidades humanas y la capacidad de regeneración de tales recursos.

El concepto de desarrollo sustentable considera indispensable lograr una gestión integral del vital líquido para lograr un proceso económico exitoso, y a la vez conseguir una distribución equitativa entre los grupos sociales involucrados sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras. Al mismo tiempo, se reconoce que el desarrollo sustentable depende de un proceso de profunda transformación de las actuales reglas en el uso de los recursos en la sociedad, así como la manera en que se utilizan y distribuyen los productos resultantes de su aprovechamiento. Por ello, en los próximos años existe la necesidad de realizar esfuerzos mayores y cambios de diverso tipo en las instituciones y organizaciones públicas y privadas, así como en las actitudes y comportamientos de la sociedad para asegurar la preservación y sustentabilidad de su fuente primordial de vida: **El Agua.**

Así, cada vez se comprende más ampliamente y mejor que el agua forma parte de un sistema natural complejo que se encuentra íntimamente vinculado y en interacción permanente con otros sistemas ambientales, económicos, políticos y sociales, lo que significa que para lograr su integral aprovechamiento y eficaz administración, sin afectar su calidad ni la eficiencia del ciclo que la recircula en la naturaleza, es indispensable tomar en cuenta todas sus relaciones de interdependencia, así como las múltiples y complejas funciones que desempeña en las actividades humanas y en los sistemas y procesos naturales.

Por otra parte, el uso y aprovechamiento sustentable del agua depende, además de las prácticas de manejo, de múltiples factores entre los que destacan: la actitud de la sociedad con relación al agua; las formas de organización, características y eficacia de las instituciones que atienden los asuntos hídricos; las modalidades y alcances de las políticas públicas relacionadas con el agua; la participación ordenada y organizada de los usuarios y de la sociedad en su cuidado y preservación; los sistemas de información, administración y planificación que se ponen en práctica para ordenar sus usos; los recursos financieros que se destinan a su aprovechamiento y manejo y la calidad de los recursos humanos que participan en estas actividades.

El agua tiene un valor económico, social y ambiental en todos los usos a que se destina y por tanto su análisis, administración, planificación y en general la gestión integrada de este recurso debe contemplar las relaciones existentes entre economía, sociedad y medio ambiente en el marco geográfico de las cuencas. Estos principios ilustran la importancia del agua en el mundo actual. La situación crítica del agua no es problema exclusivo del estado de Michoacán o del país, sino que rebasa estos límites. Se ha reconocido un mal manejo de los recursos naturales y del agua a nivel mundial en las recientes reuniones en las cuales se ha abordado dicha problemática, como es el caso del *1er. Foro Mundial del Agua* realizado en Marrakech, Marruecos (1997), *2do. Foro Mundial del Agua*, en La Haya, Holanda (2000), *3er. Foro Mundial del Agua*, en la ciudad de Kioto, Japón (2003).

Y el Cuarto Foro Mundial del Agua, donde México anfitrión del cual el tema central fue "Acciones Locales para un reto global" sus objetivos fueron los siguientes:

- a) Promover la participación activa de actores de todos los sectores durante el Proceso Preparatorio y el Foro mismo.
- b) Reforzar la convicción de que los actores locales enfrentan graves retos en el manejo del agua y la implantación de acciones.
- c) Buscar de manera decidida remover los obstáculos que bloquean las acciones locales.
- d) Promover debates regionales dirigidos a tratar retos específicos de las diferentes regiones que conduzcan a compromisos globales y de cada región. Para ello, a lo largo del Proceso Preparatorio, se trabajarán de manera paralela enfoques regionales.

En los cuatro foros celebrados en años anteriores, se ha destacado, como un acuerdo generalizado: el reconocer a la cuenca como la unidad territorial más adecuada para la gestión integral de los recursos naturales, enfatizando el recurso agua. Varios de estos acuerdos para la protección de los ecosistemas han sido incorporados en ***El Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, El Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006 y el Programa Nacional Hidráulico 2001-2006.***

Hoy por hoy la mayoría de los países vienen reconociendo a las grandes cuencas hidrográficas como los territorios más apropiados para conducir los procesos de manejo, aprovechamiento, planeación y administración del agua y, en su sentido más amplio y general, como los territorios más idóneos para llevar a cabo la gestión integral de los recursos hídricos.

Por ello, en el estado de Michoacán se impulsa una nueva regionalización basada fundamentalmente en el concepto de cuenca hidrográfica, con el propósito de establecer programas y crear las estructuras operativas que promuevan la gestión y el aprovechamiento coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales.

La cuenca es un concepto geográfico e hidrológico, que se define como el área de la superficie terrestre por donde el agua de lluvia escurre y transita o drena a través de una red de corrientes que fluyen hacia una corriente principal, y por ésta hacia un punto común de salida que puede ser un almacenamiento de agua interior, como un lago, una laguna o el embalse de una presa, en cuyo caso se llama cuenca endorreica. Cuando sus descargas llegan hasta el mar se les denominan cuencas exorréicas. El territorio de México está formado por múltiples cuencas. Algunas de las más importantes cuencas exorréicas corresponden a los grandes ríos nacionales como Lerma, Santiago, Balsas, Bravo, Pánuco, Papaloapan, Coatzacoalcos, Grijalva, Usumacinta, Mayo, Yaqui y otros de menor tamaño.

La cuenca, además de ser el área que contribuye al escurrimiento superficial de una corriente principal y sus tributarios, es el espacio geográfico donde socializan y trabajan los seres humanos en función de la disponibilidad de recursos renovables y no renovables. En las cuencas la naturaleza obliga a reconocer necesidades, problemas, situaciones y riesgos hídricos comunes, por lo que debería ser más fácil coincidir en el establecimiento de prioridades, objetivos y metas también comunes, y en la práctica de principios básicos que permiten la supervivencia de la especie, como el de corresponsabilidad y el de solidaridad en el cuidado y preservación de los recursos naturales.

Por todo lo anterior se considera que *la gestión integral por cuenca* consiste en armonizar el uso, aprovechamiento y administración de todos los recursos naturales (suelo, aire, agua, flora y fauna) y el manejo de los ecosistemas comprendidos en una cuenca hidrográfica, tomando en consideración, tanto las relaciones establecidas entre recursos y ecosistemas, como los objetivos económicos, políticos y sociales, así como las prácticas productivas y formas de organización que adopta la sociedad para satisfacer sus necesidades y procurar su bienestar en términos sustentables.

En la gestión integral del agua se relacionan cuando menos los siguientes aspectos:

- I. La medición de las variables del ciclo hidrológico y el conocimiento de sus características determinantes y consecuencias.
- II. La explotación, uso, aprovechamiento, manejo y control del agua así como el resto de los recursos naturales
- III. La prevención y mitigación de desastres naturales asociados a la presencia de fenómenos hidro-metereológicos extremos.
- IV. La construcción, mantenimiento y operación de las obras hidráulicas y la administración de los servicios asociados a ellas.
- V. El mantenimiento, operación y administración de distritos y unidades de riego
- VI. El control de la calidad del agua, su saneamiento y su reúso.
- VII. La conservación del agua y del medio acuático.
- VIII. La determinación y satisfacción de las necesidades de agua de la población en cantidad y calidad apropiadas y de las demandas derivadas de los procesos productivos y de servicios de la economía.
- IX. Las actividades del proceso de planeación hidráulica y su consistencia en el tiempo (corto, mediano y largo plazos) y en diferentes espacios geográficos (nacional, regional, estatal y de cuenca hidrológica)
- X. La legislación y regulación de los usos y aprovechamientos del agua.
- XI. La administración de las aguas superficiales y subterráneas y sus bienes inherentes (CNA).
- XII. La rehabilitación y conservación del entorno ecológico de la cuenca.

La justificación jurídica para la gestión y manejo del agua por cuenca hidrológica se encuentra legislada en la *Ley del Agua y Gestión de Cuencas para el Estado de Michoacán*, la cual fue aprobada recientemente por el H. Congreso del Estado y publicada en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo, el día lunes 27 de diciembre de 2004.

La *Ley del Agua y Gestión de Cuencas para el Estado de Michoacán* tiene por objeto:

- I. La coordinación entre las autoridades municipales y estatales, y entre éstas y la Federación, para la administración, explotación, uso y aprovechamiento integral y sustentable de las aguas nacionales y sus bienes inherentes, así como las particulares de manera directa o mediante convenios y acuerdos;
- II. La organización, funcionamiento y atribuciones de la Comisión;
- III. Las acciones, apoyos técnicos, jurídicos y administrativos para fortalecer la organización, funcionamiento y atribuciones de los organismos municipales e intermunicipales que prestan servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento;
- IV. La participación de organizaciones, instituciones académicas, autoridades federales, estatales y municipales, en la creación de comités de cuenca para fines de planeación de los diversos usos del agua y su saneamiento en las cuencas hidrológicas del Estado;**
- V. La participación de los sectores social y privado en la elaboración de estudios, proyectos y construcción de obras hidráulicas, incluyendo su operación, administración y explotación;**
- VI. Las relaciones entre las autoridades competentes en materia de agua y prestadores de servicios técnicos relacionados con obras hidráulicas y asuntos del sector hídricos; y,
- VII. La inversión y recuperación de los gastos y costos de inversión, operación, conservación y mantenimiento de las obras hidráulicas (capítulo primero, artículo 2º).

En este tenor, al aprobarse la *“Ley del Agua y Gestión de Cuencas para el Estado de Michoacán”*, se crea también la Comisión Estatal del Agua y Gestión de Cuencas (desaparece COMAPAS), como un organismo público descentralizado de la Administración Pública Estatal, con personalidad jurídica y patrimonio propio, sectorizado a la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (Capítulo segundo, artículo 10 de la *“Ley del Agua y Gestión de Cuencas para el Estado de Michoacán”*).

De esta manera y con base en el marco conceptual descrito, se plantea que el presente documento, sea una herramienta -entre otras- para trabajar en el reestablecimiento del equilibrio ambiental de la cuenca del río Cupatitzio, evitando la sobreexplotación de los acuíferos y aguas superficiales, así como su contaminación.

1.1 Antecedentes.

El Consejo de Cuenca del Río Balsas se constituyó e instaló formalmente el 26 de marzo de 1999 en la Ciudad de Cuernavaca, Morelos. En este ámbito, a partir del año 2001 el gobierno de Alemania, a través de la Agencia de Cooperación Técnica (GTZ) y el gobierno de México, por conducto de la Comisión Nacional del Agua (CNA), iniciaron un programa de colaboración técnica para elaborar planes de manejo integral del agua en nuestro país.

Dentro de dicho programa de colaboración, se estableció que la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ) participaría con un programa de asesorías en dos subcuencas específicas, seleccionando la cuenca del río Cupatitzio como una de ellas, para cumplir la mayoría de los requisitos siguientes:

- I. La cuenca a estudiar debe de tener problemas de abastecimiento de aguas superficiales y subterráneas.
- II. El área de la cuenca debe estar comprendida entre 5,000 y 15,000 Km².
- III. Disponibilidad de información hidrológica, demográfica, económica y social.

- IV. Que las autoridades federales, estatales y municipales brinden las facilidades requeridas en el desarrollo de los trabajos del plan.
- V. Aceptación de la formulación del plan por parte de los usuarios y los pobladores de la cuenca.

En apego a la convocatoria emitida por la Gerencia de Consejos de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua en el mes de febrero de 2003, el Gobierno del Estado de Michoacán presentó la propuesta de incorporar la cuenca del Río Cupatitzio, misma que fue aceptada en la 18ª Sesión del Grupo de Seguimiento y Evaluación del Consejo de Cuenca del Río Balsas, celebrada en el mes de mayo de 2003, en la ciudad de Morelia, Michoacán.

Misiones de la Agencia de Cooperación Técnica, GTZ

El Dr. Carl Rainer Nippes, asesor de la Agencia Alemana de Cooperación Técnica GTZ, con base en su vasta experiencia en el diseño de planes de manejo de cuencas hidrográficas, propuso un programa de asesorías al Grupo de Trabajo Técnico, las cuales se están realizando con base en un calendario que contempla visitas periódicas durante todo el tiempo que dure el compromiso contraído por las partes. A estas asesorías se les ha dado en llamar Misiones del Grupo GTZ y tienen como objetivo:

Primera misión. Octubre 2003

- Instalar el Grupo de Trabajo Técnico (GTT) de la cuenca del río Cupatitzio
- Realizar un recorrido de campo para conocer algunos aspectos característicos de la cuenca
- Seleccionar los temas del diagnóstico y asignar tareas para reunir la información requerida

Segunda misión. Abril-mayo 2004

- Revisar la información recopilada, valorar la calidad de la misma y determinar la faltante para formular el diagnóstico de los recursos hídricos de la cuenca del río Cupatitzio.
- Revisar los avances en los Sistemas de Información Geográfica de la cuenca y dar las orientaciones y recomendaciones pertinentes.
- Formular el Programa de Capacitación en Arc View 3.2.
- Definir actividades y asignar tareas para cada uno de los grupos de trabajo.

Tercera misión. Junio 2004

- Realización del primer taller ZOPP en la ciudad de Uruapan, para identificar la problemática de la cuenca desde la perspectiva de los usuarios.
- Revisión de los avances del diagnóstico.

Cuarta misión. Febrero 2005

- Revisar el documento final del diagnóstico, así como la impartición de un curso sobre el manejo de conflictos.

Fue el 14 de octubre del 2003 cuando formalmente se iniciaron los trabajos para la formulación del Plan de Gestión Integral de la Cuenca del Río Cupatitzio, con el compromiso de concluirlos en el año de 2005.

Para llevar a cabo esta formulación, se conformó un Grupo de Trabajo Técnico con representantes de diversas instituciones estatales y federales interesadas e involucradas con la preservación el manejo del medio ambiente, como son: Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Comisión Nacional del Agua, Comité de Agua Potable, alcantarillado y Saneamiento, Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Comisión Forestal del Estado de Michoacán, Comisión Federal de Electricidad, Secretaría de Planeación y Desarrollo, Comisión Estatal de Pesca, Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Uruapan, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional Forestal, entre otras.

Instalación de la Comisión de Cuenca del río Cupatitzio

Durante los meses de junio y julio de 2004, los usuarios de las aguas nacionales de la cuenca del río Cupatitzio y las organizaciones interesadas en el mejoramiento de la misma, designaron formalmente a sus representantes para participar en las acciones y programas de la citada Comisión. El día 4 de agosto de 2004, en la ciudad de Taretán, Michoacán, se constituyó e instaló la *Comisión de Cuenca del Río Cupatitzio*, con la asistencia de los vocales elegidos de los Usos Agrícola, Pecuario, Público Urbano, Acuícola, Industrial, Generación de Energía Eléctrica y Ambiental, bajo los siguientes lineamientos:

1. Constituirse en un foro para la gestión integral del recurso hídrico.
2. Ser un órgano de coordinación y concertación de objetivos, metas, políticas, programas, proyectos y acciones específicas en materia hidráulica en su ámbito territorial, de conformidad con las normas y principios que la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento establecen.

Los objetivos específicos de la Comisión de Cuenca del Río Cupatitzio son:

- Promover el mejoramiento de la calidad del agua en la cuenca y propiciar su saneamiento
- Inducir el ordenamiento y regulación de los usos del agua
- Mejorar la eficiencia en los usos del agua
- Desarrollar, a través de la educación continua, una cultura de uso racional del agua.
- Participar en la solución de conflictos asociados a la competencia entre usos y usuarios del agua y sus bienes inherentes en la cuenca

1.2 Localización geográfica

1.2.1 La cuenca del río Balsas

La Región IV Balsas se localiza entre los paralelos 17° 13' y 20° 04' de latitud Norte y los meridianos 97° 25' y 103° 20' de longitud Oeste. Cuenta con una superficie hidrológica administrativa de 119, 219 Km² equivalente al 6% del territorio nacional. Incluye en su totalidad al estado de Morelos y parcialmente a los estados de Tlaxcala, Puebla, México, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Jalisco. Para efectos de planeación, la Comisión Nacional del Agua dividió a esta región en tres sub-regiones: Alto Balsas (51,412 Km²), Medio Balsas (29,290 Km²) y Bajo Balsas (38,517 Km²).



Mapa. 1 La cuenca del río Balsas y la cuenca del río Cupatitzio.

1.2.2 La cuenca del río Cupatitzio

La cuenca del río Cupatitzio forma parte de la Sub-región Bajo Balsas y se localiza en la porción centro-occidente del Estado de Michoacán, entre las coordenadas geográficas 18° 38' 14" y 19°45'24" latitud norte y 101°36'15" y 102°17'30" longitud oeste. (Mapa 1).

La extensión territorial de la cuenca es de 2,851.73 Km² (285,173.23 has). La integran parcial o totalmente los municipios de: Ario de Rosales, Gabriel Zamora, La Huacana, Mújica, Nuevo Parangaricutiro, Nuevo Urecho, Paracho, Parácuaro, Salvador Escalante, Tacámbaro, Taretán, Tingambato, Turicato, Uruapan y Ziracuaretiro (Tabla 1).

Tabla 1. Extensión territorial de los Municipios dentro de la Cuenca del Río Cupatitzio

	Municipio	Superficie Total (Ha)	Superficie en la cuenca (Ha)	% respecto a la cuenca	% respecto al Municipio
1	Uruapan	95,163.00	65,803.70	23.1%	69.1%
2	Gabriel Zamora	43,826.00	43,826.00	15.4%	100.0%
3	Ario de Rosales	70,283.00	34,870.00	12.2%	49.6%
4	Nuevo Urecho	32,704.00	28,647.39	10.0%	87.6%
5	Salvador Escalante	49,400.00	21,025.73	7.4%	42.6%
6	Taretán	18,507.00	18,507.00	6.5%	100.0%
7	Ziracuaretiro	15,976.00	15,976.00	5.6%	100.0%
8	La Huacana	194,255.00	15,349.98	5.4%	7.9%
9	Mújica	37,881.00	13,561.88	4.8%	35.8%
10	Tingambato	18,870.00	13,540.53	4.7%	71.8%
11	Nuevo Parangaricutiro	21,490.00	9,047.74	3.2%	42.1%
12	Parácuaro	50,528.00	4,110.64	1.4%	8.1%
13	Turicato	154,167.00	596.79	0.2%	0.4%
14	Tacámbaro	78,982.00	259.68	0.1%	0.3%
15	Paracho	24,282.00	50.17	0.0%	0.2%
Total			285,173.23	100%	

Fuente: COFOM

Del cual se señala, que si bien es cierto que son 15 municipios que comparten el territorio de la cuenca, pero no todos tienen una participación trascendente al no contar con superficie y poblaciones significativas dentro de ella.

Por lo tanto, para fines de organización en la gestión integrada de los recursos hídricos, se consideró los municipios que tienen más del 2% de territorio dentro de la cuenca; por tal motivo, los municipios de Parácuaro, Paracho, Tacámbaro y Turicato, no fueron considerados (Tabla 2).

Tabla 2. Municipios con más del 2% de su territorio dentro de la Cuenca del Río Cupatitzio

	Municipio	Superficie Total (Ha)	Superficie en la cuenca (Ha)	% respecto a la cuenca	% respecto al Municipio
1	Ario de Rosales	70,283.00	34,870.00	12.45%	49.61%
2	Gabriel Zamora	43,826.00	43,826.00	15.64%	100.00%
3	La Huacana	194,255.00	15,349.98	5.48%	7.90%
4	Mújica	37,881.00	13,561.88	4.84%	35.80%
5	Nuevo Parangaricutiro	21,490.00	9,047.74	3.23%	42.10%
6	Nuevo Urecho	32,704.00	28,647.39	10.23%	87.60%
7	Salvador Escalante	49,400.00	21,025.73	7.51%	42.56%
8	Taretán	18,507.00	18,507.00	6.61%	100.00%
9	Tingambato	18,870.00	13,540.53	4.83%	71.76%
10	Uruapan	95,163.00	65,803.70	23.49%	69.15%
11	Ziracuaretiro	15,976.00	15,976.00	5.70%	100.0%
Total			280,155.95	100%	

Fuente: COFOM

La cuenca del río Cupatitzio se localiza en su mayor parte en la provincia fisiográfica del Sistema Volcánico Transversal, el cual se caracteriza por presentar un gran número de aparatos volcánicos; por ejemplo, El Parícutín. El Sistema Volcánico Transversal, se describe como una gran cordillera volcánica con planicies elevadas o valles intermontanos, donde se ubican las montañas más altas del estado; así como, un gran número de volcanes en su mayoría cinéritos y de una sola fase eruptiva, a altitudes de 2,000 m.

La cuenca del río Cupatitzio, presenta desniveles de casi 2,831 m, ya que desciende desde los 3,300 m. a los 469 m. de altitud (Mapa 2).

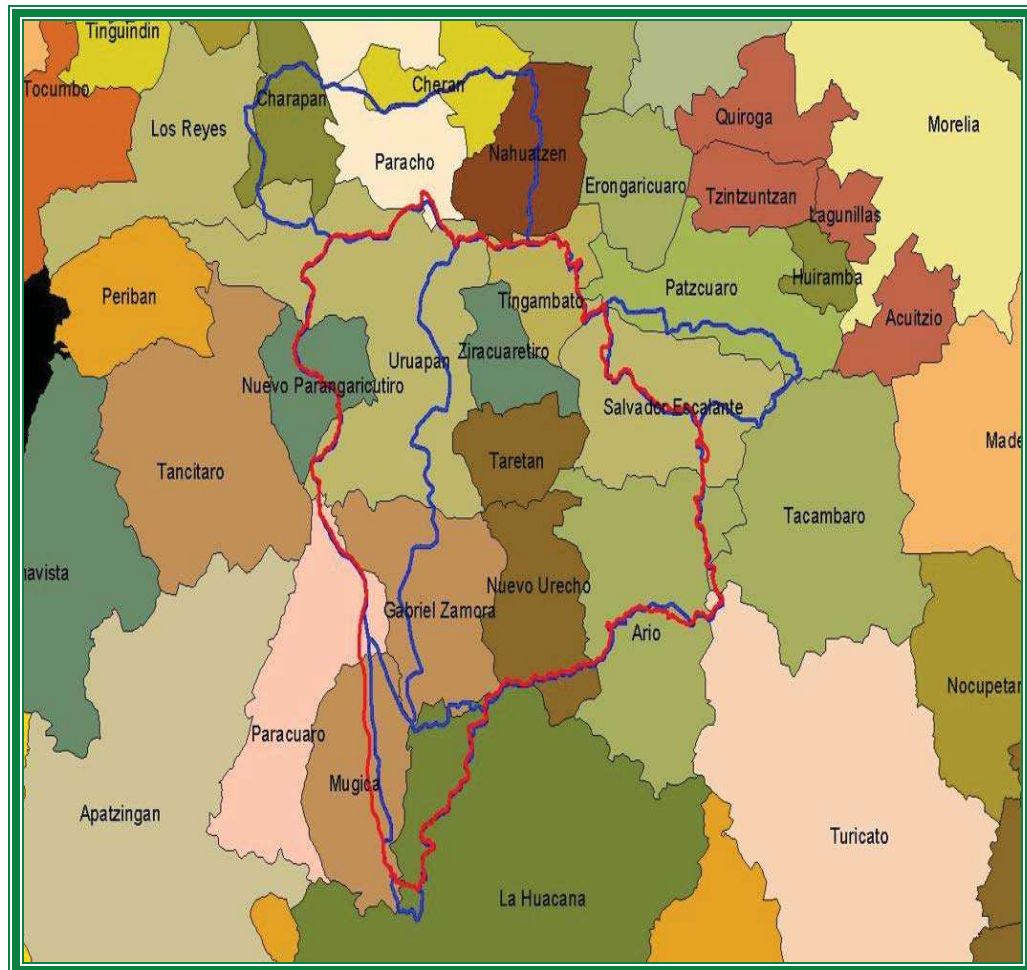


Mapa 2. Localización de la cuenca del río Cupatitzio y división municipal.

Debido a que esta región se formó con rocas volcánicas que presentan gran porosidad, actualmente posee una gran riqueza hidrológica, como son los manantiales que dan origen al Parque Nacional "Barranca del Cupatitzio", en la ciudad de Uruapan, Michoacán.

La cuenca del río Cupatitzio, tiene como límite en la parte alta a las cuencas cerradas de Paracho-Nahuatzen y lago de Zirahúen, las cuales se ubican en el mismo Sistema Volcánico Transversal (Mapa 3).

A la fecha existen evidencias de que las actividades humanas realizadas en las cuencas cerradas de Paracho-Nahuatzen y lago de Zirahúen necesariamente repercuten en la cuenca del río Cupatitzio; así como, en otras cuencas vecinas.



Mapa 3 Ubicación de las sub-cuencas del río Cupatitzio, Paracho-Nahuatzen y Lago de Zirahúen.

Por lo anterior, en la elaboración del Plan de Gestión Integral del Río Cupatitzio será necesario tomar en cuenta los factores antrópicos e hidrológicos que se desarrollan en las mencionadas cuencas de frontera. (Tabla 3 y 4).

Tabla 3. Superficie por municipio en la cuenca cerrada de Paracho-Nahuatzen

Municipio	Cuenca Cerrada Paracho-Nahuatzen			
	Superficie Total (Ha)	Superficie en la cuenca (Ha)	% respecto a la cuenca	% respecto al municipio
Charapan	23,580.00	8,533.63	12.23	36.19
Cherán	22,304.00	7,577.10	10.86	33.97
Chilchota	30,612.00	0.65	0.001	0.002
Nahuatzen	30,469.00	15,303.29	21.93	50.23
Paracho	24,282.00	23,237.93	33.31	95.70
Tingambato	18,870.00	6.20	0.01	0.03
Total		69,768.82	100	

Fuente: COFOM

Tabla 4. Superficie por municipio de la cuenca cerrada de Zirahúen

Municipio	Cuenca Cerrada de Zirahúen			
	Superficie total (Ha)	Superficie en la cuenca (Ha)	% respecto a la cuenca	% respecto al municipio
Pátzcuaro	43,555.00	6,008.75	20.09	13.80
Salvador Escalante	49,400.00	23,653.66	79.10	47.88
Tacámbaro	78,982.00	238.28	0.80	0.30
Tingambato	18,870.00	2.21	0.01	0.01
Total		29,902.90	100	

Fuente: COFOM

2. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

2.1 La cuenca del río Cupatitzio.

La cuenca del río Cupatitzio está localizada en la denominada Sub-Región del Bajo Balsas; es la Sub-región menos poblada de toda la cuenca del río Balsas, aunque es la segunda por el tamaño de su superficie (Tabla 5).

Tabla 5. Superficies por Regiones de la cuenca del río Cupatitzio

Sub-Región	Superficie (Km ²)	
	Municipal	Hidrológica
Alto Balsas	51,412	50,409
Medio Balsas	29,290	31,951
Bajo Balsas	38,517	35,045
Total	119,219	117,405

Fuente: Programa Hidráulico Regional 2002-2006 Región IV Balsas, CNA

2.2. Población

Como ya se mencionó anteriormente, la cuenca del río Cupatitzio la integran total o parcialmente los municipios de: Ario de Rosales, Gabriel Zamora, La Huacana, Mújica, Nuevo Parangaricutiro, Nuevo Urecho, Paracho, Parácuaro, Salvador Escalante, Tacámbaro, Taretán, Tingambato, Turicato, Uruapan y Ziracuaretiro.

Sin embargo, dado que los límites de la cuenca hidrológica no necesariamente corresponde a los límites político-administrativos municipales, algunas cabecera municipales no se encuentran dentro del parte aguas; tal es el caso, de La Huacana y Salvador Escalante.

Como puede verse en la tabla 6 Uruapan es, sólo después de Morelia, la ciudad de mayor población en el estado de Michoacán. Es el eje rector regional de la cuenca de Cupatitzio, además de centralizar una considerable cantidad de actividades comerciales, industriales, turísticas y de servicios.

Tabla 6. Población en los principales municipios de Michoacán

NOMBRE DE MUNICIPIO	TOTAL DE POBLACIÓN
Morelia	684,145
Uruapan	279,229
Lázaro Cárdenas	162,997
Zamora	170,748

Fuente: INEGI 2005

El proceso de concentración de poder se debe en gran parte a la instalación de La Comisión del Tepalcatepec en este municipio, en el año 1947, lo cual impulsó de manera notable la economía regional a la vez que se convirtió en un fuerte polo de atracción por la creación de fuentes de empleo.

Además, la región del Cupatitzio donde se localiza Uruapan y otras localidades aguas abajo como Lombardía (hoy Gabriel Zamora), se ha caracterizado por ser el blanco privilegiado de políticas gubernamentales y es una de las más dinámicas en el ámbito agropecuario desde la época del general Lázaro Cárdenas.

Uruapan es la única ciudad que sobrepasa los 250,000 habitantes, en un marcado contraste con el resto de las localidades y municipios de la cuenca. Su economía radica principalmente en la agricultura y fruticultura, en la cual desde hace unos diez años ha venido destacándose fuertemente en el ámbito nacional e internacional por la producción de aguacate, también llamado "Oro verde". Concentra, además, el 13 % de la población en el estado.

La población total asentada en los municipios que integran la cuenca al año 2005 fue 503,726 habitantes, de los cuales, aproximadamente el 58.9% se encuentra dentro del territorio de la Cuenca del Río Cupatitzio (Tabla 7).

Tabla 7. Población total por municipio en la cuenca del río Cupatitzio.

Municipio	Población Total	Dentro del territorio de la cuenca		% respecto a la cuenca	% respecto al municipio
		Población	Localidades		
Ario	31,647	21,945	65	5.78	71.75
Gabriel Zamora	19,876	20,015	47	5.27	100.00
La Huacana	31,774	2,869	13	0.76	8.38
Múgica	40,232	31,452	24	8.30	73.35
Nuevo Parangaricutiro	16,028	12,956	17	3.41	84.79
Nuevo Urecho	7,722	7,552	34	1.99	85.61
Salvador Escalante	38,502	8,689	51	2.29	22.67
Tafetán	12,294	13,287	22	3.50	100.00
Tingambato	12,630	6,983	6	1.84	59.47
Uruapan	279,229	240,896	142	63.47	90.67
Ziracuaretiro	13,792	12,879	20	3.39	100.00
Total	503,726	379,523	441	100%	

Fuente: INEGI 2005

2.2.1. Densidad de población

Se puede distinguir en la tabla 8 que el municipio de Uruapan es, por mucho, el de mayor densidad demográfica en la cuenca, muy por arriba de la media estatal, de 72 hab. /Km² aunque también es uno de los de mayor extensión.

Tabla 8. Densidad demográfica por municipio

Nombre de municipio	Densidad demográfica hab/Km. ²	Superficie Km ²	Porcentaje del territorio estatal
Ario de Rosales	49	694.60	1.18
Gabriel Zamora	95	426.98	0.72
La Huacana	21	1,952.60	3.32
Múgica	66	378.18	0.64
Nuevo Parangaricutiro	17	234.31	0.40
Salvador Escalante	83	487.98	0.82
Nuevo Urecho	22	330.66	0.56
Taretán	18	185.23	0.31
Tingambato	22	188.77	0.32
Uruapan	154	954.17	1.62
Ziracuaretiro	43	159.60	0.27

Fuente: INEGI 2000

Las poblaciones más importantes, dentro de la cuenca de estudio, que rebasan los 2,000 habitantes son: Taretán, Lombardía, Tingambato, Opopeo, Ario, Uruapan, Capacuaro, San Lorenzo, Toreo Bajo, Calzontzin, Ziracuaretiro, San Ángel Zurumucapio, Ahuiran, Nuevo San Juan, Nueva Italia, Nuevo Urecho, El Chauz (Tabla 9).

Tabla 9. Localidades con más de 2,000 habitantes

Municipio	Localidad	Número de habitantes
Ario	Ario de Rosales	15,406
Gabriel Zamora	Lombardía	11,723
La Huacana	El Chauz	2,040
La Huacana	Zicuirán	3,115
Múgica	Nueva Italia	28,343
Múgica	Gámbara	2,914
Múgica	El Cenidor	2,250
Nuevo Parangaricutiro	Nuevo San Juan Parangaricutiro	12,710
Taretán	Taretán	6,041
Tingambato	Tingambato	7,040
Uruapan	Uruapan	238,975
Uruapan	Capacuaro	7,674
Uruapan	Toreo Bajo	2,600
Uruapan	San Lorenzo	3,639
Uruapan	Calzontzin	4,503
Ziracuaretiro	Ziracuaretiro	2,723
	Total	351,696

Fuente: INEGI 2005

Se observa que la cuenca del río Cupatitzio conforma un sistema de 16 localidades con más de 2,000 habitantes con una ciudad rectora de 238,975 habitantes, a la vez que contiene alrededor de 620 localidades dispersas de menos de 2,000 habitantes.

2.2.2 Crecimiento poblacional

En años relativamente recientes, con el auge de la producción de aguacate y las actividades que se realizan alrededor de ella (cadena productiva), la ciudad de Uruapan se ha venido consolidando como el eje de la economía regional. Esto se traduce también en que es la ciudad que más inmigración recibe.

Este proceso se ha reflejado en la tasa de crecimiento que se tiene, la cual es mayor a la media nacional cuyo promedio es alrededor del 1.2 % anual (Tabla 10).

Tabla 10. Tasa de crecimiento poblacional

Nombre de municipio	Tasa de crecimiento anual (%)
Ario de Rosales	0.90
Gabriel Zamora	0.15
La Huacana	0.22
Múgica	1.42
Nuevo Parangaricutiro	2.06
Nuevo Urecho	- 1.88
Salvador Escalante	4.5
Taretán	1.0
Tingambato	2.1
Uruapan	3.1
Ziracuaretiro	1.17

Fuente: INEGI 2005

Otros municipios como Nuevo Parangaricutiro y Salvador Escalante, tienen una significativa tasa de crecimiento, debido sobre todo a un alto número de nacimientos, más que a un flujo de población. Sin embargo, es de destacarse también la presencia de tasas de crecimiento negativo, como es el caso del municipio de Nuevo Urecho, resultado de un proceso de migración regional y nacional, y en otros casos incluso, la migración a los Estados Unidos.

2.2.3 Población urbana y población rural

Las poblaciones calificadas como medias urbanas son aquellas que tienen entre 2,500 y 50,000 habitantes (CONAPO). Definidas así, tenemos que la población rural es la que predomina en esta región. Sin embargo, como ocurre a nivel nacional, es de esperarse que tal vez este porcentaje vaya disminuyendo paulatinamente debido sobretodo al rápido proceso de abandono del campo a la ciudad en búsqueda de mejores expectativas de vida y a la migración hacia los Estados Unidos. Uruapan es la ciudad con el mayor índice de población urbana, mientras que según los datos de INEGI, Nuevo Urecho es un municipio prácticamente en su totalidad rural. (Tabla 11).

Tabla 11. Población urbana y rural

Nombre de municipio	Población urbana %	Población rural %
Ario de Rosales	46.46	53.54
Gabriel Zamora	55.57	44.43
La Huacana	35.49	64.51
Múgica	78.17	21.83
Nuevo Parangaricutiro	78.42	21.58
Nuevo Urecho	0.00	100
Salvador Escalante	53.06	46.94
Taretán	47.29	52.71
Tingambato	91.92	8.08
Uruapan	92.27	7.73
Ziracuaretiro	47.53	52.47

Fuente: INEGI 2000

2.2.4 Población Económicamente Activa

Las actividades del sector primario en todos los municipios, con excepción de Múgica, Salvador Escalante y Uruapan, donde predominan más bien los sectores secundario y terciario en diferente proporción¹ (Tabla 12).

Tabla 12. Población económicamente activa por municipio y sector.

Municipio	PEA sector primario	PEA Sector secundario	PEA sector terciario
Ario de Rosales	3,863	1,480	3,493
Gabriel Zamora	3,208	685	2,044
La Huacana	3,475	1,067	2,752
Múgica	4,855	1,794	6,096
Nuevo Parangaricutiro	1,847	1,348	1,677
Nuevo Urecho	1,824	168	463
Salvador Escalante	3,496	3,656	2,794
Taretán	1,662	956	1,264
Tingambato	1,272	1,170	1,127
Uruapan	9,201	22,440	57,273
Ziracuaretiro	2,019	471	1,078

Fuente: INEGI 2000

¹ El sector primario incluye las actividades como la agricultura, ganadería, silvicultura, caza o pesca; el secundario, actividades como la minería, generación o distribución de energía eléctrica o construcción; y el sector terciario se refiere al comercio, transporte, servicios financieros u otros servicios profesionales.

Uruapan seguirá concentrando el mayor número de población a su vez que la mayor tasa de crecimiento; esto no tanto por el aumento de la tasa de natalidad sino debido sobre todo a su crecimiento económico, muy superior al de los otros municipios de la cuenca, resultado de un desarrollo regional desigual.

Por otro lado, si bien es cierto que la producción y venta de aguacate es la actividad más dinámica en la región, también es verdad que por regla general los dueños de las huertas son habitantes de la ciudad de Uruapan y la riqueza generada por esta actividad es concentrada en un pequeño grupo.

Como consecuencia de la migración hacia el ámbito nacional, y sobretodo a los Estados Unidos, una de las fuentes de ingreso más importante en la región son las aportaciones de dinero (remesas) enviadas por los trabajadores emigrantes a Estados Unidos.

2.3 Principales actividades económicas

Agricultura.

De acuerdo con los registros del Anuario Estadístico del Estado de Michoacán, en los años agrícolas 2001-2002 y 2002-2003, la superficie cultivada y con servicio de riego, fue de 44,863 y 64,779 hectáreas, respectivamente. Esto representa en promedio para es periodo el 46% de la superficie total cultivada y cosechada² (Figura 1).

² Los datos corresponden a la sumatoria de la información de los 11 municipios como tal y con mayor superficie dentro de la cuenca. Por lo tanto, no es específico de la cuenca.

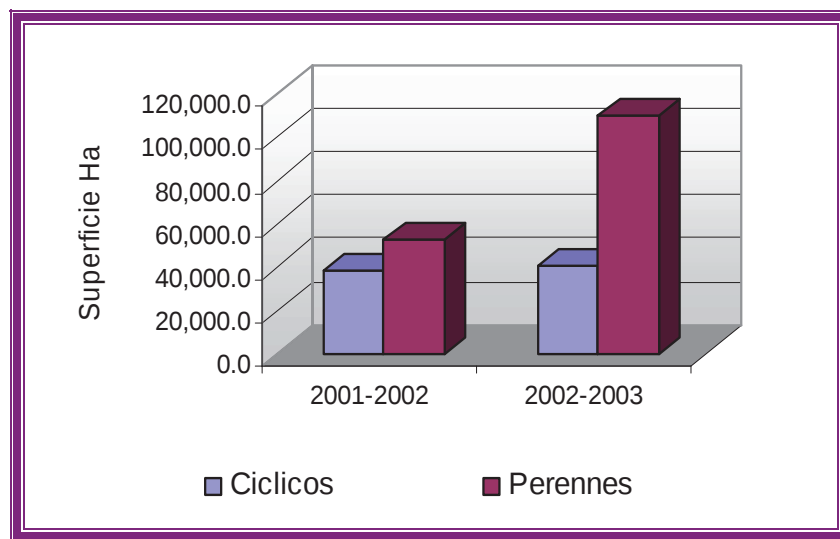
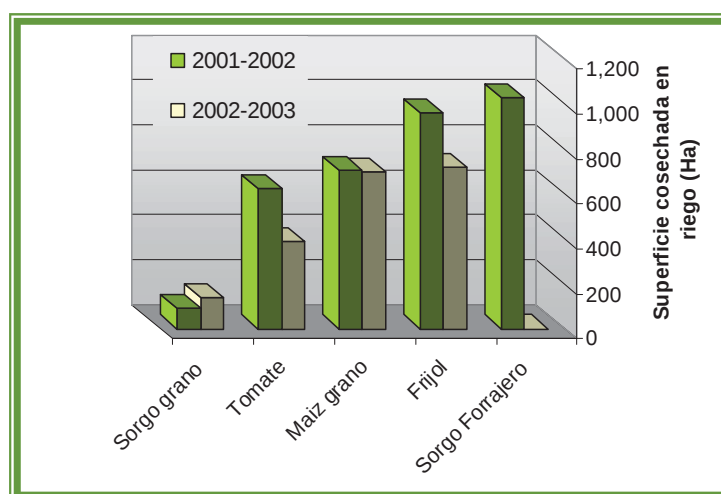


Figura 1. Superficie cultivada y cosecha en la cuenca del río Cupatitzio, por tipo de cultivo.

Los cultivos anuales de mayor superficie cultivada y cosechada, destaca maíz, grano, frijol, tomate rojo (jitomate) y sorgo forrajero (Figura 2^a).

En relación con cultivos perennes, destaca el aguacate, el cual ocupa aproximadamente el 68% de la superficie con riego, siguiendo en importancia el mango con un 20% de superficie ocupada por perennes bajo riego, en los años agrícolas de referencia (Figura 2^b).



a) Cultivos anuales

b) Cultivos perennes

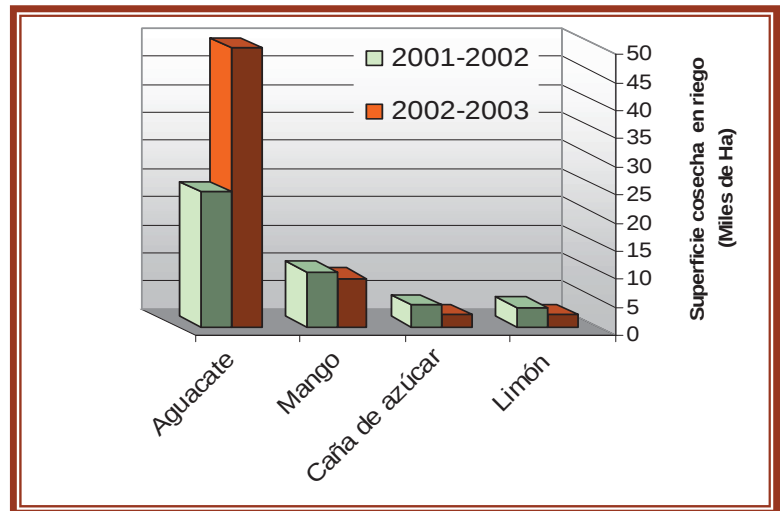


Figura 2. Superficie cultivada y cosechada por cultivo con servicio de riego.

Industria y Servicios.

La industria manufacturera representa una de las actividades de desarrollo dentro de la cuenca, la cual genera un valor agregado censal bruto del orden de los 204 millones de pesos; siendo el municipio de Uruapan el de mayor aportación por el gran número de industria manufacturera que maneja. Se encuentran establecidas 2,183 unidades económicas distribuidas en los 11 municipios que conforman la cuenca, siendo Uruapan el de mayor número de unidades con 1,358, seguido del municipio de Salvador Escalante con 272 unidades (tabla 13)

Tabla 13. Industria Manufacturera, por municipio

Municipio	Manufacturas			
	Unidades Económicas	Personal ocupado total promedio a/	Renumeración total b/	Valor Agregado Censal Bruto
				(Miles de pesos)
Ario	114	259	1,011.5	1,110.1
Gabriel Zamora	37	76	225.3	761.7
La Huacana	48	104	285.5	1,462.2
Múgica	101	256	1,210.3	3,948.1
Nuevo Parangaricutiro	81	634	9,475.4	11,921.7
Nuevo Urecho	6	12	5.2	69.5
Salvador Escalante	272	825	2,668	9,974.5
Taretán	17	286	10,610.4	969.7
Tingambato	125	259	405.3	1,595
Uruapan	1,358	6,050	67,799.1	169,994
Ziracuaretiro	24	57	39.3	2,193.1
Total	2,183	8,818	93,735.3	203,999.6

En el comercio, se tiene un registro de unidades establecidas de 7,817, distribuidas en los 11 municipios y que de estas, 4,924 se encuentran en Uruapan, 756 en Múgica, 442 en Salvador Escalante y 428 en Ario, siendo estos municipios de mayor número de unidades, el resto de estas se encuentran distribuidas en los demás municipios.

Es importante mencionar que esto mantiene ocupado a 16,672 personas que se dedican a este giro, por lo que a su vez se genera un valor agregado censal bruto del orden de los 323 millones de pesos, de los cuales solamente el municipio de Uruapan genera el 82% de esta aportación (Tabla 14).

Tabla 14. Industria Comercial, por municipio

Municipio	Manufacturas			
	Unidades Económicas	Personal ocupado total promedio a/	Renumeración total b/	Valor Agregado Censal Bruto
				(Miles de pesos)
Ario	428	738	1,738.4	13,156.7
Gabriel Zamora	239	377	811.7	4,617.0
La Huacana	246	450	1,145.6	6,045.5
Múgica	756	1,403	4,425.5	17,366.3
Nuevo Parangaricutiro	301	542	358.5	3,046.1
Nuevo Urecho	33	50	38.9	195.5
Salvador Escalante	442	730	2,364.1	6,565.6
Taretán	153	252	180.7	2,022.5
Tingambato	196	275	40.7	1,776.2
Uruapan	4,924	11,689	73,173.7	267,466.8
Ziracuaretiro	99	166	80.8	1,052.6
Total	7,817	16,672	84,358.6	323,310.8

La población económicamente activa dedicada a servicios, se concentra principalmente en el municipio de Uruapan el cual cuenta con 3,083 unidades económicas establecidas representando el 74% del total de unidades en toda la cuenca. Este giro se mantiene ocupado a 12,484 personas (Tabla 15).

Tabla 15. Industria de Servicios, por municipio

Municipio	Manufacturas			
	Unidades Económicas	Personal ocupado total promedio a/	Renumeración total b/	Valor Agregado Censal Bruto
				(Miles de pesos)
Ario	215	394	709.5	3,987.1
Gabriel Zamora	94	229	1,586.9	7,048.5
La Huacana	128	263	478.8	2,027.6
Múgica	325	858	2,805.7	8,867.5
Nuevo Parangaricutiro	87	181	249.8	972.5
Nuevo Urecho	14	237	990.0	3,834.4
Salvador Escalante	117	240	367.8	1,602.5
Taretán	55	99	196.2	442.4
Tingambato	40	81	165.8	997.2
Uruapan	3,083	9,707	63,482.7	136,466.3
Ziracuaretiro	38	195	931.4	918.2
Total	4,196	12,484	71,964.6	167,164.2

Ganadería.

Respecto a las actividades pecuarias, en la tabla siguiente se muestra los datos por municipio de la Cuenca del Río Cupatitzio (Tabla 16).

Tabla 16. Producción pecuaria en los municipios de la Cuenca

Municipio	Tipo de Rastro con el que se cuenta	Bovino a/	Porcino	Ovino b/	Caprino c/	Equido d/	Aves		Colmenas e/
							Gallina f/	Guajolote	
Ario		88,956	0	889	3,684	0	74,94	0	1,319
Gabriel Zamora	Municipal	33,041	3,980	1,523	1,905	0	0	0	350
La Huacana	Municipal	84,989	12,783	1,130	14,660	4,658	37,09	158	760
Múgica	Municipal	23,179	4,000	328	813	0	0	0	450
Nuevo Parangaricutiro	Municipal y Privado (aves)	7,191	1,250	0	0	711	6,100	70	130
Nuevo Urecho	Municipal	12,184	930	669	731	0	0	0	528
Salvador Escalante		9,177	0	5,880	2,276	0	79,19	0	569
Taretán	Municipal y Privado (aves)	10,783	1,125	0	0	1,500	8,804,60	920	50
Tingambato	Municipal y Privado	5,161	2,914	500	1,500	1,520	9,700	30	28
Uruapan	Municipal y Privado (aves)	7,403	3,800	1,305	1,830	535	1,107,15	325	80
Ziracuaretiro	Municipal y Privado	4,481	1,387	0	0	1,160	503,600	70	50
Total		206,55	32,169	27,399	27,399	10,084	10'522.37	1.573	4,314
Porcentaje de incremento		3.69	-35.86	0.24	-6.17	-0.37	11.01	3.55	-1.78

Dentro de los principales productos pecuarios destacan la producción bovina, la cual genera alrededor de 1,914.33 Ton de carne para el abastecimiento y 22,869.68 litros de leche, generado por utilidades de 53 y 85 millones de pesos respectivamente; la producción de aves también genera redituables ganancias que van desde los 414 millones de pesos con 18,525 Ton. Y la miel de la cual se obtienen 66 Ton de esta, generando 2 millones de pesos (Tabla 17).

Tabla 17 Productos pecuarios de los municipios de la Cuenca

Principales productos pecuarios		
Producción	Volumen (Ton/Miles de litros)	Valor (Miles de pesos)
Bovino	1,914.33	53,615.30
Porcino	541.40	12,033.70
Ovino	88.18	4,352.37
Ovino (lana)	0	0
Caprino	43.27	2,272.02
Aves	18,525.49	414,762.53
Leche (vaca)	22,869.68	85,828.41
Leche (cabra)	0	0
Huevo	43.81	335.42
Miel	66.39	2,175.57
Cera	3.69	151.63
Guajolote	11.91	416.05
Total		575,942.98

Fuente: SIPCAP 2009, producción pecuaria 2003 DDR 087 Uruapan

A continuación se muestran los datos de los niveles de tecnificación por cada municipio de la cuenca (Tabla 18).

Tabla 18. Nivel de tecnificación en procesos de producción pecuaria, por municipio.

Municipio	Tecnificado	Semitecnificado	Traspatio	Total
Ario	0	420	86,658	87,078
Gabriel Zamora	0	29,846	40,089	69,935
La Huacana	0	2,539	207,620	210,159
Múgica	0	22,293	59,762	82,055
Nuevo Parangaricutiro	0	0	12,615	12,615
Nuevo Urecho	0	11,721	31,185	42,906
Salvador Escalante	0	1,021	99,593	100,614
Taretán	6,000,000	10,384	10,545	6,020,929
Tingambato	5,250	4,440	8,413	18,103
Uruapan	187,100	3,263	21,155	211,518
Ziracuaretiro	3,000,000	0	15,466	3,015,466
Total	9,192,350	85,927	593,101	9,871,378

La actividad ganadera aprovecha los forrajes, así como la extracción de árboles para posterga de cercos y los suelos desmontados para el establecimiento de praderas de temporal o de riego, en donde hay posibilidades de irrigación. Las especies de pastos más usadas son: para el caso de pastos de temporal, el Jaragua, Guinea, Llanero, Buffel y de riego, la Estrella de África, señal, etc.

El inventario de ganado bovino corresponde al 31.04% del total del estado. De este solamente el 5% es ganado especializado en producción de leche con razas Suiza, el 95% restante es ganado productos de carne del tipo Cebú, con el sistema de producción de Becerras al destete. El ganado lechero representa el 9.85% del existente en el estado, pero el productor de carne es el 35.47%, es decir el porcentaje más alto a nivel estatal. Por otro lado, el 84% del ganado se encuentra en libre pastoreo, el 13% semi-estabulado y solo el 3% estabulado. *Con lo anterior muestra la problemática ocasionada por el uso pecuario es la deforestación y el sobre pastoreo, así como la estacionalidad de la producción forrajera, lo que conlleva al deterioro de la biodiversidad.*

Acuacultura.

El inicio de un desarrollo importante de acuacultura en la cuenca, se puede establecer en el año 1986, con la instalación de dos granjas acuícola: la del Parque Nacional “Barranca del Cupatitzio”, y la “Alberca”, las cuales actualmente siguen siendo ejemplo de desarrollo de las unidades de producción en la zona. Las especies que son sujetas de cultivo son la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), en 16 unidades de producción, en 15 de ellas se lleva a cabo por medio de cultivo intenso, con alto nivel de desarrollo tecnológico. Otra de las especies importantes es la tilapia (*Oreochromis niloticus*) la cual es cultivada en forma semi-intensiva e intensiva, utilizándose estanques de cemento y de tierra de medianas a grandes dimensiones; se cuenta con 22 unidades de cultivo, en tres de ellas se cultiva también bagre (*Lactalurus punctatus*) y bagre del balsas (*Lactalurus balsanus*). El cultivo de latilapia se realiza a temperaturas de 20 a 30°C, en altitudes de los 464 msnm hasta los 1,400 msnm.

Se cuenta en la cuenca con una granja de langosta australiana (*Cherax quadrinatus*), cuyo desarrollo es bajo ya que al cultivarse a 19°C, se está por debajo de sus requerimientos óptimos de temperatura (24°C). Se cuenta asimismo, con una granja de peces de omato, la cual debido a la poca agua con que dispone no ha podido incrementar su producción.

Es importante el impulso de esta actividad ya que es generadora de empleo, de desarrollo de comunidades con alto grado de marginación, de alimento con alto contenido nutrimental y de calidad. Las autoridades federales y estatales, a través de programas productivos, pueden apoyar aquellos productores que cuenten con los recursos necesarios (agua y terreno), y en lugares donde no existan graves conflictos con el agua, con el objeto de hacer una utilización más eficiente de este recurso.

2.4 Organización y tenencia de la tierra

En la tabla 19, se muestra la distribución de la tenencia de la tierra, por municipio de la cuenca del río Cupatitzio.

Tabla 19. Ejidos y comunidades agrarias, y superficie de unidades de producción rural, por municipio.

Municipio	Ejido y comunidades agrarias			Superficie de las Unidades de Producción Rurales				
	Número de ejidos y comunidades agrarias	Número de Superficie de ejidatarios y comunidades	Número Superficie Ejidal (ha)	Superficie Total (ha)	Régimen de Tenencia Ejidal (%)	Superficie de labor (%)	Con actividad agropecuaria y forestal (%)	Número de unidades de producción rural (Total)
Ario	37	1,673	27,304.4	37,706.8	43.6	66.6	67.2	2,339
Gabriel Zamora	8	1,162	32,866.0	17,827.1	79.5	55.3	56.6	1,196
La Huacana	61	3,505	118,231.9	51,110.2	61.5	45.6	68.1	3,276
Múgica	5	1,599	39,324.0	15,252.5	100.0	95.3	82.0	1,471
Nuevo Parangaricutiro	5	1,859	21,054.0	22,200.1	6.8	20.4	90.2	673
Nuevo Urecho	10	1,169	21,651.8	11,855.4	57.5	64.2	75.9	1,096
Salvador Escalante	34	4,457	41,686.0	51,642.0	29.8	52.0	79.5	3,283
Taretán	13	1,019	19,506.0	6,842.7	83.5	79.0	88.5	1,014
Tingambato	5	1,504	18,266.3	5,350.0	11.6	84.8	91.3	1,221
Uruapan	26	13,589	61,653.9	28,748.6	24.1	65.6	90.0	3,035
Ziracuaretiro	9	958	16,314.0	9,229.4	46.0	61.0	61.0	1,294
Total	213	32,494	417,858.3	257,765.3				19,900

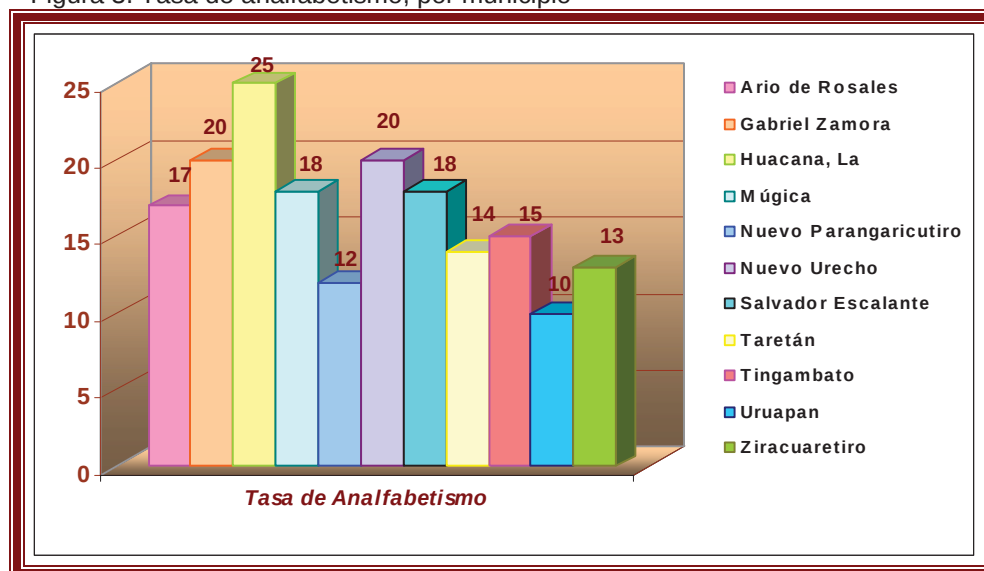
2.5 Servicios

2.5.1 Educación

En el sector educativo, todas las localidades con más de dos mil habitantes cuentan con instalaciones para la enseñanza de la educación básica, pero únicamente Uruapan dispone de instalaciones escolares de nivel profesional (dos universidades, una privada y otra pública).

La mayor tasa de analfabetismo ocurre en los municipios de La Huacana, Gabriel Zamora, Nuevo Urecho (Figura 3).

Figura 3. Tasa de analfabetismo, por municipio



Fuente: INEGI 2000

2.5.2 Salud

En el sector salud, todos los municipios cuentan con clínicas del IMSS, ISSSTE, centros de salud adscritos a la Secretaría de Salud o clínicas particulares. Para los casos que requieren una mayor especialización, el servicio lo cubre el Hospital Regional de Uruapan y otros consultorios y hospitales particulares.

2.5.3 Servicios públicos municipales

Existe una gran heterogeneidad en la prestación de los servicios. Destaca Uruapan al ser el municipio que cubre el mayor porcentaje de la demanda en los servicios de agua potable y electrificación. De hecho, todos los municipios cubren los servicios de agua potable por arriba del 50 %, pero únicamente tres están por arriba de ese 50 por ciento en lo que respecta al servicio de drenaje (Tabla 20).

Tabla 20. Servicios públicos municipales

Municipio	Servicios públicos %			
	Agua potable	Drenaje	Electrificación	Recolección de basura
Ario de Rosales	90	20	90	10
Gabriel Zamora	60	12	-	50
La Huacana	80	40	-	20
Múgica	50	50	-	50
Nuevo Parangaricutiro	90	35	-	90
Nuevo Urecho	90	55	-	30
Salvador Escalante	80	40	95	40
Taretán	95	40	-	25
Tingambato	90	40	60	5
Uruapan	98	80	95	-
Ziracuaretiro	90	30	-	25

Fuente: Página oficial del estado de Michoacán, www.michoacan.gob.mx

En lo que respecta al servicio de recolección de basura, sólo comprende algunas cabeceras municipales. Según estos datos, existe poca eficiencia en la recolección de la basura. En la cuenca se producen aproximadamente 323 toneladas de basura diariamente, al no ser suficiente la cobertura de los servicios de limpieza pública la situación se traduce en desaseo, contaminación de aire, suelo y agua por la dispersión y exposición al aire libre de la basura, quemas permanentes, etc. Cabe mencionarse que no se cuenta con ningún relleno sanitario (Tabla 21).

Tabla 21. Toneladas de basura diaria en algunos municipios de la cuenca, 2000

Municipio	Toneladas de basura	Porcentaje
Uruapan	239	71
Nuevo San Juan Parangaricutiro	14	4
Tingambato	11	3
Taretán	12	3
Salvador Escalante	35	10
Ziracuaretiro	12	3
Total	323	100

Fuente: Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente

2.5.4 Composición social

En un plan de gestión por cuenca como el que se plantea, es esencial entender cómo los grupos culturales definen y entienden su relación con el entorno natural, los problemas ambientales derivados de tal relación y la forma en que se los interpreta. Entender cómo un grupo humano comprende su ambiente es esencial para explicar sus relaciones ecológicas.

Aunque en general en toda la cuenca existe presencia de población indígena. Uruapan, a la vez de contener la localidad mas urbanizada y de ser la cabecera más poblada de la cuenca, es también un municipio con un número importante de población indígena (Tabla 22).

Tabla 22. Población indígena por municipio

Municipio	Población indígena
Ario de Rosales	59
Gabriel Zamora	57
La Huacana	42
Múgica	10
Nuevo Parangaricutiro	606
Nuevo Urecho	10
Parácuaro	35
Paracho	9,842
Salvador Escalante	118
Taretán	36
Tingambato	989
Uruapan	11,772
Ziracuaretiro	95

Fuente: INEGI 2000

2.5.5 Marginación

La región es considerada con un grado de marginación por debajo de la media estatal, 18.2%. A su vez en algunos municipios existen fuertes rezagos en los sectores de salud, educativo y de servicios, como La Huacana y Nuevo Urecho (Tabla 23).

Tabla 23. Grado de marginación por municipio.

Nombre de municipio	Grado de marginación
Ario de Rosales	Medio
Gabriel Zamora	Medio
La Huacana	Alto
Múgica	Medio
Nuevo Parangaricutiro	Bajo
Nuevo Urecho	Alto
Salvador Escalante	Medio
Taretán	Medio
Uruapan	Bajo
Ziracuaretiro	Medio

Fuente: INEGI 2000

Existe una fuerte migración hacia el ámbito nacional, y sobretudo a los Estados Unidos. De hecho, una de las fuentes de ingreso más importante en la región son las aportaciones de dinero (remesas) enviadas por los trabajadores emigrantes en los Estados Unidos. Es de subrayarse también que Uruapan, a la vez de contener la localidad más urbanizada y de ser la cabecera más poblada de la cuenca, es también un municipio con un número importante de población indígena. Tal es el caso de Capacuaro, San Lorenzo, Calzontzín y Angahuan (esta última localidad fuera de la cuenca).

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

3.1 Fisiografía

Como ya se mencionó, la cuenca del río Cupatitzio se encuentra en la provincia fisiográfica denominada Sistema Volcánico Transversal o Cordillera Neovolcánica, dicha provincia atraviesa la República Mexicana entre los 19 y 21 grados de latitud norte y está caracterizada por un vulcanismo activo que se ha manifestado desde la época Terciaria, el cual ha venido rejuveneciendo el relieve topográfico y transformando el paisaje desde entonces. La fisiografía la forman edificios volcánicos y lavas, montañas, lomeríos y planicies.

En términos generales presenta una fisiografía típica de las zonas de sierra, en la que existe importante número de accidentes orográficos, aunque por formar parte de la transición hacia los valles de la zona de tierra caliente, existen planicies con pendientes regulares formadas por suelos producto del intemperismo de la roca que forma los cerros³. Esta topografía accidentada es originada por la existencia de una gran cantidad de volcanes cuya altura varía entre 3,600 y 1,800 msnm, como el Tancítaro y el Cerro Prieto. Hacia el suroeste del área se pueden apreciar una serie de mesetas con alturas que varían entre los 1,400 msnm, cortadas por cañadas labradas por tributarios del Río Cupatitzio, principal escurrimiento superficial de la cuenca.

3.2 Geomorfología

Según un estudio realizado por la Gerencia de Aguas Subterráneas de la Comisión Nacional del Agua en 2002⁴, “los principales rasgos fisiográficos del área referida se hallan representados por topoformas de carácter volcánico monogenético, lomeríos ondulados y valles intramontanos de carácter aluvial, aparatos adyacentes típicos de la Meseta Purépecha.

³ Plan rector de producción y conservación de la microcuenca Capacuaro; CIAM ingeniería, S. A. de C. V.

⁴ Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Uruapan, Estado de Michoacán. CNA, Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas, 2002

En el estudio del Plan Rector de la cuenca de Capacuaro, se consigna que los materiales aflorantes que conforman la zona montañosa más alta del estado, está representada principalmente por el Cerro Tancítaro, el cual es un estrato volcán, formado por emisiones alternantes de lava y cenizas volcánicas con grandes espesores; la mayor parte de los afloramientos en la zona son de origen Plio Cuaternario. Los accidentes topográficos más prominentes de la cuenca son de origen volcánico

Del cerro San Marcos provienen coladas basálticas, formando arcillas de color gris mezclado con bloques de basalto de color rojizo y grisáceo. Debido a la gran cantidad de gases que se combinaron con las lavas, se originaron una serie de cavernas que por acción de las aguas sufrieron disolución, logrando una circulación subterránea de las aguas meteóricas, fenómeno que se observa a simple vista por la presencia de los resumideros que conservan una forma ovalada y que varía de diámetro.

3.3 Geología y estratigrafía.

Según el ya citado Plan Rector de la Cuenca de Capacuaro, las rocas más antiguas que se presentan en el área son de origen plutónico. Se trata de un cuerpo granítico que aflora en el borde sur oriental de la cuenca bajo la forma de lomas bajas redondeadas, cubiertas parcialmente por arcillas ferruginosas de tipo laterítico, presenta además importante contaminación con arenas de tipo volcánico producto de la erupción del volcán Parícutín.

Las rocas volcánicas son las más abundantes de todos los que afloran en esta región llamada cordillera neovolcánica. Están representados por derrames de lava y productos piroclásticos y relacionados genéticamente con aparatos volcánicos simples o complejos, es decir, conos cineríticos, domos y calderas.

Las rocas volcánicas se presentan más o menos intemperizadas o erosionadas, las cuales es posible agruparlas según su edad relativa en: lavas basálticas, rocas piroclásticas, rocas traquiandesíticas, escorias y tezontles y lateritas. En la región de Uruapan las rocas que cubren toda esta zona son principalmente ígneas extrusivas basálticas, piroclásticos y brechas, y en menor extensión intrusivas gráficas.

Riolitas y brechas (Qtrvb). Estas rocas afloran en la porción sur oriental del área, consistentes de riolitas de color café rosado que alternan con brechas. Su mejor exposición se puede ver en el Cerro El Guayabo. Debido a su similitud litológica con otros derrames, además de estar cubiertas discordantemente por los derrames de basaltos y brechas alteradas, se les asigna tentativamente una edad correspondiente al Terciario. Por su estructura masiva y compacta, estas rocas presentan muy baja permeabilidad y funcionan como confinantes.

Basaltos y brechas alteradas (Qtrva). Estos derrames y brechas alteradas se encuentran expuestos en la porción sur occidental del área, formando una serie de mesetas. Una de las mejores exposiciones de dichos afloramientos se localizan en el entronque de la carretera Uruapan-Apatzingán y Lázaro Cárdenas, donde se observa una brecha volcánica color café amarillento, compuesta por fragmentos angulosos de basalto color gris verdoso a café rojizo, con cristales visibles de plagioclasa.

Esta brecha está contenida en una matriz de basalto alterado y convertido en arcilla, debido al efecto del intemperismo; además, se puede ver cubierta discordantemente por un derrame de basalto reciente de color café rojizo.

Basaltos y brechas recientes (Qvbs). Esta unidad litológica se localiza principalmente en la porción norte del área estudiada, formada por una serie de derrames de basalto que alternan con brechas basálticas, como son los derrames de los estratos volcanes de los cerros de Tancítaro, Pancingo, Volcán Paricutín, Cerro Prieto; al norte de San Lázaro, por los cerros del Horno y del Santísimo; al norte y noreste de la población de Uruapan, por los cerros La Cruz, El Metate y Colorado, y al norte de Taretán, por el Cerro El Colorado.

Esta unidad litológica está compuesta por alternancias de derrames de basalto de color gris oscuro, con espesores que varían de 2 a 5 m y brechas basálticas compuestas por clásticos angulosos de basalto que tienen tamaños variables de peñascos a gravas.

Esta serie volcánica se puede observar claramente a unos 3 Km. al noreste de San Juan Parangaricutiro, lo mismo que en la porción oriental, al norte de Zirimícuaro y Taretán. Por la posición que guardan con respecto a los basaltos alterados que sobreyacen, se les asigna una edad correspondiente al Cuaternario Superior Reciente.

Conos cineríticos (Qbc). Con este nombre se designa a una serie de conos volcánicos que se hallan ubicados principalmente al norte de Uruapan y noreste de San Juan Parangaricutiro, constituidos por cenizas volcánicas y tezontle con algunos derrames basálticos. Su forma típica es de un cono. Por la posición que guardan con respecto a los basaltos recientes, a los que cubren, se les asigna una edad correspondiente al Cuaternario Reciente⁵.

⁵ Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Uruapan, Estado de Michoacán, CNA

3.4 Tipo y uso del suelo

Los suelos en el centro de los valles son profundos, de textura ligera, ricos en materia orgánica y elementos nutrientes. Se han originado como resultado de la acción combinada del transporte fluvial de arcillas lateríticas y del depósito de productos piroclásticos provenientes de algunos de los volcanes que en diferentes ocasiones han venido haciendo erupción dentro de la época cuaternaria.

Así mismo algunos de los suelos de la cuenca pertenecen al suborden Andept o Andosol del subgrupo Distrandept Típico, conocido como suelo "Topure". Son suelos de textura media a gruesa de alta permeabilidad, de acuerdo con la clasificación FAO (Tablas 24 y 25).

Tabla 24 Tipo de suelo por municipio (porcentaje)

Municipio	Agua	Reg sol	Feozen	Luvisol	Andosol	Cambisol	Leptosol	Vertisol	Acrisol	Extensión Km. ²
Ario de Rosales	-	-	-	8.0	44.0	-	12.0	4.0	32.0	759.0
Gabriel Zamora	-	-	17.5	10.0	-	4.0	36.0	25.0	7.5	385.5
La Huacana	4.0	12.0	41.5	8.0	-	-	26.5	4.0	4.0	1990.9
Múgica	-	-	2.5	-	-	-	20.0	77.5	-	427.4
Nuevo Parangaricutiro	-	2.5	-	21.0	76.0	-	2.5	-	-	299.8
Nuevo Urecho	-	-	6.0	-	-	-	46.0	42.0	6.0	235.1
Salvador Escalante	1.5	-	-	6.0	84.0	-	6.0	2.5	-	535.5
Taretán	-	-	-	56.0	4.0	-	4.0	32.0	4.0	235.1
Tingambato	-	-	-	-	94.0	-	6.0	-	-	234.3
Uruapan	-	10.0	8.0	-	54.0	-	20.0	-	8.0	765.2
Ziracuaretiro	-	-	-	47.5	20.0	-	32.5	-	-	180.8

Fuente: COFOM

En la cuenca de Paracho los suelos son de rápida infiltración y drenaje, en la capa superficial se presentan contenidos medios de materia orgánica, su retención de humedad es baja, excepto en la capa profunda donde en general se duplica respecto a los anteriores. Desde el punto de vista agrícola, serían suelos de baja fertilidad por ser pobres en nutrimentos y en capacidad de canje. Aún sin embargo, forestalmente son de muy buena calidad; la consistencia puede ser considerada como friable por las altas cantidades de arena.

Tabla 25 Suelos dominantes en la cuenca del Cupatitzio

Tipo de suelo	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Andosol	82,812	29
Litosol	61,581	22
Vertisol	56,320	20
Acrisol	27,053	10
Luvisol	23,041	8
Feozen	12,838	5
Regosol	9,562	3
Cambisol	9,503	3
Redzina	349	0.1
Fluvisol	213	0.1
Total	283,632	100

Fuente: COFOM

Por lo que respecta al uso del suelo, en general predomina la agricultura de temporal con cultivos anuales, así como una amplia superficie con bosque de pino-encino y el bosque de pino-encino acompañado de vegetación secundaria. El riego agrícola destaca sobre todo en la parte media y baja de la cuenca (Tabla 26).

Tabla 26. Superficie por tipo de vegetación y uso de suelo (2000). Cuencas del río Cupatitzio, Paracho y Zirahúen

Descripción	Superficie (Ha)	Cuenca (%)
Agricultura de riego (Incluye riego eventual)	55,295	14.44
Agricultura de temporal con cultivos anuales	85,413	22.30
Agricultura de temporal con cultivos permanentes y semipermanentes	21,099	5.50
Asentamientos humanos	6,726	1.76
Bosque de encino	4,592	1.20
Bosque de encino con vegetación secundaria, arbustiva y herbácea	5,870	1.1.5
Bosque de pino	25,289	6.6
Bosque de pino – encino	64,206	16.8
Bosque de encino – pino, incluye vegetación secundaria	38,004	9.9
Bosque de pino con vegetación secundaria, arbustiva y herbácea	13,139	3.4
Bosque mesofilo de montaña	3,069	0.8
Cuerpos de agua	1,541	0.4
Pastizal inducido	21,043	5.5
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	12,250	3.2
Selva baja caducifolia y subcaducifolia con vegetación secundaria	25,443	6.6
TOTAL*	382,979	100

Superficie comprendida dentro de la cuenca.

Fuente: COFOM

Sin embargo, quizás es de esperarse un acelerado cambio en el uso del suelo, consecuencia de la sustitución del bosque por un uso agrícola, enfocado a la siembra y producción de aguacate. Con el pasar de los años, grandes áreas de vegetación natural han sido modificadas o sustituidas por actividades agrícolas, destacando principalmente el aguacate, maíz, mango, sorgo, avena, caña de azúcar y frijol, cultivos que ocupan el 95.85 % del total de cultivos agrícolas registrados por SAGARPA en 2002 (Tabla 27).

Tabla 27. Superficie por uso de suelo

Municipio	Uso del suelo miles de Has.						
	Agrícola	Pecuario	Forestal	Industrial	Urbano	Otros	Total
Ario	55,267	380	47	11,951	439	7	68,091
Gabriel Zamora	43,722	-	-	549	-	-	44,271
Múgica	40,445	-	-	775	-	291	41,511
Nuevo Parangaricutiro	23,199	11,823	-	-	-	16	35,038
Nuevo Urecho	21,715	-	-	8,722	-	655	31,092
Salvador Escalante	48,875	-	-	-	681	1,048	50,604
Taretán	23,898	213	-	-	201	3	24,315
Tingambato	8,935	-	-	-	-	7	8,942
Uruapan	52,598	1,800	554	-	180	3,534	58,666
La Huacana	149,000	12,063	-	31,080	273	2,727	195,143
Ziracuaretiro	19,608	36	-	-	-	-	19,644

Fuente: INEGI 2000

La transformación de la cubierta vegetal no sólo afecta al bosque directamente, sino que conlleva la reducción de la biodiversidad, aumento de la erosión, pérdida en la captación de agua, entre otros (Tabla 28).

Tabla 28. Tipo de Vegetación 1990 -2000 (Has).

Agrupación	Vegetación 1990	Vegetación 2000
Agricultura de riego	29,183.8	38,247.2
Agricultura de temporal	69,115.4	75,349.6
Asentamiento humano	1,191.1	4,926.8
Bosque de encino	10,855.2	9,826.8
Bosque de pino	25,614.0	24,431.4
Bosque de pino encino (incluye encino-pino)	82,957.4	73,528.2
Bosque mesófilo de montaña	1,816.9	1,504.0
Otros usos	25.1	0
Pastizal	14,494.8	17,101.5
Selva baja	47,834.3	37,587.9
Cuerpo de agua	0	554.6
Total	283,088.00	283,056.98

Fuente: COFOM

4. RECURSOS FORESTALES

4.1 Vegetación

La cuenca del río Cupatitzio cuenta con una superficie arbolada de 227,081 ha, que representa el 21.28 % de la superficie total (IFEM, 1995). Los recursos forestales comprenden: madera, fauna silvestre, pastizales, agua y recreación (Tabla 29).

Tabla 29. Bosque de clima templado en la cuenca del Río Cupatitzio

Municipio	Existencia maderables m ³ *V.T.A.	Superficie arbolada (ha)	Incrementos maderables m ³ V.T.A.
Ario	3,701,206	26,905	123,869
Huacana	604,906	722	622
Nuevo Parangaricutiro	2,429,012	13,441	77,154
Tingambato	1,260,699	7,038	25,767
Uruapan	1,710,526	39,850	92,552
Nuevo Urecho	472,112	11,646	10,768
Ziracuaretiro	1,685,054	13,044	46,246
Salvador Escalante	3,618,729	19,453	96,660
Gabriel Zamora	259,626	4,997	588
Total	15,741,870	137,096	474,226

Fuente: COFOM

*Volumen Total Árbol

La vegetación se ha desarrollado a partir de un suelo laterolítico formado por la intemperización de derrames de lava y de rocas piroclásticas de composición basálticas. Este tipo de suelos es particularmente rico en Fierro, Manganeseo, Calcio, Fósforo y Titanio.

La vegetación de la región se caracteriza por tener bosques de pino, encino, oyamel; relictos de bosque mesofolio de montaña, selva baja caducifolia y subcaducifolia, además de grandes extensiones de vegetación arbustiva, herbácea y pastizales.

El clima templado y húmedo que prevalece en la región ha favorecido la formación de una rica cubierta vegetal constituida casi exclusivamente por coníferas y por algunas latifoliadas.

La coníferas son principalmente del genero *Pinus* y de las siguientes especies *Ayacahuite*, *Leiophylla*, *Teocote*, *Lawsoni*, *Pseudostrobus*, *Montezumae*, *Rudis*, *michoacana*, *Oocarpa* y *Pringlei* (Tabla 30).

Tabla 30. Tipo de Vegetación

ESPECIES	NOMBRE COMUN
<i>Abies Religiosa</i>	Oyamel pinabete
<i>Abies Religiosa</i> var. <i>Emarginata</i>	Oyamel
<i>P. Michoacana</i>	Pino lacio
<i>P. Seudostrobus</i>	Pino catzimbo
<i>P. Montezumae</i>	Pino cerdon
<i>P. Leiophylla</i>	Pino prieto
<i>P. Oocarpa</i>	Pino trompillo
<i>P. Teocote</i>	Pino chino
<i>P. Douglasiana</i>	Pino
<i>P. Pringlei</i>	Pino
<i>P. Tenuifolia</i>	Pino
<i>P. Lawsonii</i>	Pino cenizo
<i>P. Hartwegii</i>	Pino alpino
<i>P. Rudis</i>	Pino alpino

Fuente: COFOM

Las especies de pino ocupan una extensión relativamente extensa. Sin embargo, diversos fenómenos ligados a acciones antrópicas –como los incendios forestales y la tal inmoderada- han provocado la disminución de las áreas boscosas. Según el análisis del *Plan Rector de Producción y Conservación de la microcuenca de Capacuaro*, este proceso provoca que al no haber una regeneración de la especie del género *Pinus*, se incrementen las especies del género *Quercus*, tales como *Q. magnolifolia*, *Q. castanea*, *Q. candicans* y *Q. obtusata*.

Bosque de oyamel: considerado como poco extenso dentro del valle, va desde los 1,800 hasta los 3,500 metros y lo encontramos en el municipio de Salvador Escalante. Las condiciones meteorológicas en las que se desarrolla el bosque de oyamel son húmedas y están comprendidas dentro de la “sombra orográfica” (eje volcánico transversal) debido al efecto del viento proveniente de las áreas tropicales, ocasionando con esto que una cuarta parte de año la nubosidad en esta área sea muy alta.

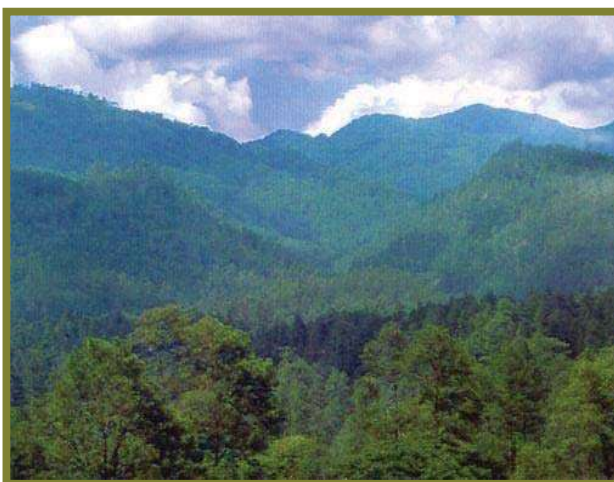


Bosque de pino: este tipo de vegetación es el más importante por su abundancia y valor económico y ecológico. Se localiza en un rango altitudinal que va desde los 1,250 metros con *Pinus Oocarpa*, hasta los 3,600 metros, donde abunda el *Pinus Hartwegii*.

En las zonas más secas se encuentra *Pinus Leiophylla*, que se distribuye principalmente en la zona de montaña, sobre todo en Salvador Escalante y Tingambato; esta especie constituye la principal fuente de resina para uso industrial. Estos bosques también constituyen la más importante fuente para la obtención de leña y madera para artesanías; por ello, es constante la presión antropogénica.

Bosque de pino-encino: la asociación entre pino y encino son el tipo de vegetación dominante en la región, por lo que al igual que el bosque de pino, se localiza dentro de 14 municipios con recurso forestal.

Bosque de encino: está distribuido dentro de toda la cuenca, sin embargo, ocupa un área menor en comparación con los bosques de pino y pino-encino.



Bosque mesófilo de montaña: esta comunidad es muy discontinua y sólo se encuentra en las cañadas húmedas y protegidas de algunos cerros en los municipios de Salvador Escalante, Tingambato y Nuevo Parangaricutiro.

Algunas especies son utilizadas para la elaboración de artesanías y enseres domésticos, leña, construcción de vivienda e instrumentos musicales.

Las especies que constituyen el estrato arbóreo en este tipo de comunidad son las siguientes: *Alnus jorullensis ssp. lutea*, *Arbutus xalapensis*, *Clethra mexicana*, *Prunus serotina ssp. Capuli*, *Quercus castanea*, *Quercus magnolifolia*, *Quercus obtusata*, *Ternstroemia pringlei*

El estrato arbustivo dentro del sotobosque se encuentra medianamente representado por las siguientes especies: *Ceanothus coeruleus*, *Coriaria ruscifolia*, *Lupinus bilineatus*, *Melampodium perfoliatum*, *Monnina schlechtendaliana*, *Phytolacca icosandra*, *Piqueria trinervia*, *Salvia mexicana*, *Solanum lanceolatum*, *Verbesina oncophora*

El estrato herbáceo se encuentra representado por las siguientes especies: *Achimenes antirrhina*, *Alchemilla pringlei*, *Commelina coelestis*, *Crotalaria pumila*, *Cunila lythrifolia*, *Drymaria villosa*, *Heterotheca inuloides*, *Jaegeria hirta*, *Lopezia racemosa*, *Phaseolus acutifolius*, *Ranunculus petiolaris*, *Salvia lavanduloides*, *Spermacoce ocymoides*

Pastizales inducidos: comunidades dominadas por gramíneas, originados mayormente por la acción humana. Generalmente están dentro de la región purépecha y en la cima de los cerros más altos o sitios planos con drenaje deficiente.

Dentro de la cuenca, se han decretado zonas de conservación ecológica con el fin proteger y disminuir su posible degradación.



4.1.1 Manejo forestal

Las autorizaciones para los aprovechamientos forestales maderables en los municipios que comprende la cuenca, ascienden a 309, considerando el periodo comprendido de 1993 al año 2004; el volumen autorizado es de 1'986,524 m³ v.t.a., con una superficie autorizada de 48,604 ha. Los municipios con mayor numero de autorizaciones son Ario de Rosales con 100 (19.36 %) y Salvador Escalante con 85 (16.72 %). El método de ordenación que se aplica es el método mexicano de ordenación de bosques irregulares (MMOBI).

Tabla 31. Aprovechamientos forestales en la Cuenca del Río Cupatitzio

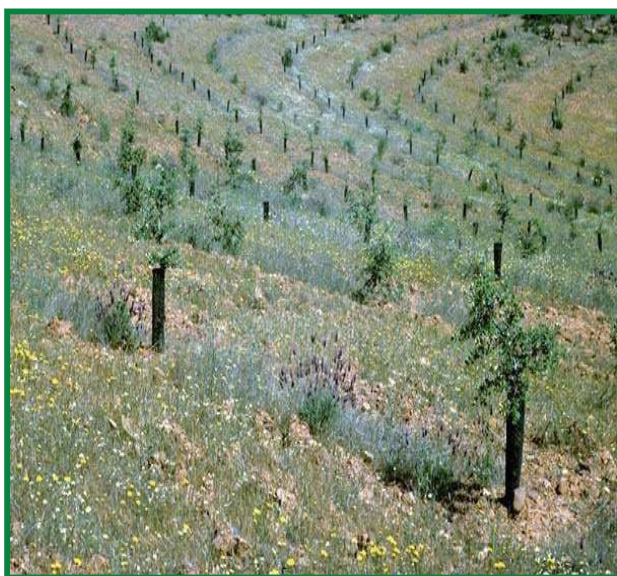
Municipio	Superficie Has.	Posibilidad Total Autorizada M3 V.T.A.						No de Autorizaciones
		Pino	Oyamel	Encino	Otras Hoj.	C. B.	Totales	
Ario	8,273.06	209,708.8	0	18,497.3	513.69	0	22,8719.8	100
Gabriel Zamora	1,327.55	0	0	5,278.6	0	0	5,278.6	1
Nuevo Urecho	1,323.01	31,107.0	0	6,251.0	994.00	0	38,352.0	5
Parangaricutiro	10,780.84	724,356.7	11,825.00	77,456.3	2,3719.73	0	837,357.7	43
Salvador Escalante	9,582.90	211,417.6	77,940.00	10,7899.4	23,461.76	0	420718.8	85
Taretán	1,654.85	28,429.00	0	4,644.0	0	0	33073.0	5
Tingambato	2,342.92	73,352.00	0	44,446.0	3,067.00	0	120865.0	7
Uruapan	7,368.19	12,4362.9	1,365	17,691.7	0	0	143419.6	39
Ziracuaretiro	5,549.93	12,3210.9	0	34,994.0	0	0	158204.9	22
La Huacana	400.75	0	0	0	535.00	0	535.00	2
TOTAL	43,054.07							309

Fuente: COFOM

En cuanto a los aprovechamientos forestales no maderables (resina) en el año 2004 se aprovecharon 6,826.69 toneladas, siendo el municipio de Ario de Rosales el de mayor producción con 1,977.08 toneladas (28.97 %), seguido de Uruapan con 1,107.52 toneladas (16.22 %) y Tingambato con 578.71 toneladas (8.47 %) (Tabla 31).

4.1.2 Reforestación

La problemática del bosque y los recursos forestales es multidimensional, es decir, que se debe a múltiples factores y por tanto, la búsqueda de soluciones debe ser igualmente variada.



Con el fin de reestablecer y preservar los recursos forestales varias dependencias de gobierno han implementado diversas medidas que, además de que ayuden a la conservación del bosque, permita la creación de proyectos sustentables que permitan un desarrollo económico de la población. Las dependencias involucradas son: PROFEPA, COFOM, PGR,

CONAFOR, FIRA, FOMICH, SUMA, FIRCO, SAGARPA, SEDAGRO, SEDENA, SRA, Procuraduría Agraria, INIFAP, entre otras.

En el período 1998-2004 se reforestaron 2,882 ha, dando un periodo de 400 ha anuales. La superficie mas alta se registra en el año 2002 con 1,074 ha plantadas con 2`179,000 de plantas. A este ritmo no se alcanza a reforestar los 894 ha que se deforestaron anualmente (Tabla 32).



Tabla 32. Periodo de reforestación 1998-2004

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total
Superficie (Ha)	254	370	327	369	1.07	455	33	2.88
No. de Plantas	554.00	662.00	515.98	587.78	2,179.00	728.00	7.29	5,234.05

Fuente: COFOM

4.1.3 Control y combate de incendios forestales

En la temporada de incendios forestales 2005 se produjeron en la cuenca 205 incendios forestales afectando una superficie de 2,760 ha. De las cuales 157 ha fueron de arbolado adulto, 209 ha de renuevo, 1,049 ha de pastizal y 1,346 ha de vegetación arbustiva (Tabla 33).



Tabla 33. Incendios y vegetación por municipio, en la Cuenca del Río Cupatitzio

Municipio	Numero de incendios	Renuevo	Adulto	Matorral/ Arbusto	Pastizal	Total
Ario	26	50	34	230	53	367
Gabriel Zamora	3	0	40	67	63	170
La Huacana	12	5	22	67	118	212
Múgica	1	0	0	5	10	15
Nuevo Urecho	4	51	26	290	192	559
Salvador Escalante	36	49	14	77	38	178
San Juan Parangaricutiro	3	1	0	7	3	11
Taretán	3	1	0	33	59	93
Tingambato	11	1	0	41	29	71
Uruapan	61	35	1	256	230	522
Ziracuaretiro	44	15	20	280	255	548
TOTAL	204	209	157	1,331	1,050	2,761

Fuente: COFOM

4.1.4. Industria forestal

El número de industrias forestales registradas en los municipios que comprende la cuenca del Cupatitzio ascienden a 2,207, con una capacidad instalada de 6,494.73 m³. El 80.38 % del total de las industrias corresponde a los talleres de transformación de la madera, siendo el municipio de Uruapan el que con 614 (34.61 %) talleres ocupa el primer lugar.

El municipio con mayor número de aserraderos es Ario de Rosales con 11 (26.82 %), le sigue Salvador Escalante con 9 (21.95 %). El primer lugar en talleres artesanales lo ocupa el municipio de Tingambato con 30, representando el 7.85 % del total de talleres. En cuanto a astilladoras, el municipio de Uruapan cuenta con 5 (50 %), siguiendo 5 municipios más con 1 cada uno (Tabla 34).

Tabla 34. Industrias forestales en la cuenca del río Cupatitzio

Municipio	Aserraderos		Talleres	
	Capacidad instalada (m ³)	Número de industrias	Capacidad instalada (m ³)	Número de industrias
Ario	149.20	11	74.84	22
Gabriel Zamora	0.00	0	0.00	0
La Huacana	0.00	0	0.00	0
Mújica	0.00	0	0.00	0
San Juan Nuevo	14.58	1	115.62	31
Nuevo Urecho	0.00	0	0.00	0
Salvador Escalante	0.00	9	672.18	136
Taretán	14.58	1	15.30	6
Tingambato	34.02	1	268.60	112
Uruapan	87.48	6	1,704.77	614
Ziracuaretiro	14.58	1	25.51	9
Total	314.44	30	2,876.82	930

Fuente: COFOM

4.2 Fauna silvestre



La fauna silvestre está representada por las siguientes especies: *Athya offinis* (Pato boludo prieto), *Athya americana* (Pato cabeza roja), *Anas acuta* (Pato tzitzihua), *Anas discors* (Cerceta de alas azules), *Mareca americana* (Pato chalcuan), *Meleagris gallopavo* (Guajolote silvestre), *Melopelia leucoptera* (Torcaza), *Leptotila verreauxi* (Paloma suelera), *Spatula clypeata* (Pato cuaresmeño), (Chachalaca), *Dendrothyx macroura* (Gallina de monte), *Zenaidura macroura* (Huilot), *Mustela frenata* (Comadreja), *Bassariscus astutus* (Cacomixtle), *Lynx rufus* (Gato montés), *Lepus callotis* (Liebre), *Didelphys marsupialis* (Tlacuache), *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca), *Sylvilagus cunicularis* (Conejo de castilla).

Así como, *Procyon lotor* (Mapache), *Glaucmys volans* (Ardilla voladora), *Urocyon cinereoargenteus* (Zorro gris), *Dasipus novencinctus* (Armadillo), *Felis concolor* (León puma), *Canis latrans* (Coyote), *Felis pardalis* (Tigrillo ocelote).



De la relación anterior se pueden mencionar algunas especies que se consideran en estatus de acuerdo a la publicación “La Biodiversidad de Michoacán”, SUMA, que son las siguientes: Mamíferos Jaguar (*Felis onca*) –Peligro de Extinción-, Tuza (*Zygogeomys trichopus*) –Peligro de Extinción-, Mapache (*Procyon lotor*) –Peligro de Extinción-, Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) –Amenazada-, León puma (*Felis concolor*) –Amenazada-, Conejo de Monte (*Sylvilagus floridanus*) –Amenazada-, Ratón de Campo (*Rerthrodotomys microdon*) –Amenazada-, Zorrillo manchado (*Spilogale putorios*) –Amenazada-, Ardilla voladora (*Glaucmys volans*) –Amenazada.

4.2.1 Manejo de fauna

Para recuperar en cierta forma la fauna amenazada, en este caso el venado cola blanca, se tienen establecidas Unidades de Manejo de Vida Silvestre (UMAS) en los municipios de Uruapan y Tingambato.



4.3 Programas de apoyo

4.3.1 Programa para el Desarrollo Forestal (PRODEFOR 2004)

La implementación de acciones forestales se tienen actualmente dos programas de apoyo: para el Desarrollo Forestal (PRODEFOR 2004), del cual se apoyaron 31 proyectos con un monto total de \$ 3'698,174.00 correspondiendo al subsidio PRODEFOR la cantidad de \$2'663,088.00 y el Programa de Desarrollo Forestal Comunitario 2004 (PROCYMAF II) con apoyo de Gobierno del Estado fueron del orden de \$3'100,000.00 en cinco proyectos.

4.3.2 Comparativa de vegetación y uso del suelo 1976-2000 de la cuenca

Como resultado de la comparativa de la vegetación y el uso del suelo en el periodo 1976-200, se obtuvo los siguientes resultados:

- Se deforestaron 22,337 ha, lo que equivale a un promedio de 894 ha anuales, si consideramos los últimos años se estima que se han deforestado 25,913 ha en un periodo de 29 años, correspondiendo la mayor deforestación al pino-encino con 10,339 ha. (Tabla 35).

Tabla 35. Comparativa de vegetación y uso de suelo 1976-2000 de la Cuenca del Río Cupatitzio

Agrupación	Superficie 1976 (Ha)	Superficie 2000 (Ha)	Diferencia (Ha)
Agricultura de riego	29.291	40.138	10.846
Agricultura de temporal	69.122	74.647	5.525
Asentamiento Humano	1.167	4.92	3.754
Bosque de encino	10.437	9.904	-533
Bosque de pino	27.407	24.6	-2.807
Bosque pino-encino (incluye encino-pino)	84.192	73.793	-10.399
Bosque mesófilo de montaña	1.834	1.779	-56
Cuerpo de agua		565	565
Pastizal	14.788	16.334	1.546
Selva baja	46.183	37.641	-8.542
Total	284.422	284.321	-22.337

4.4 Servicios ambientales

Existe un programa de servicios ambientales hídricos. Este programa de apoyo del gobierno federal se inicio en el año 2003, a través de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), quien fijo las normas de operación. Para la cuenca del Cupatitzio se propusieron 7 predios, considerando ejidos y comunidades forestales, de estos únicamente la comunidad indígena de San Juan Nuevo, San Salvador Combutzio Paricutin (Caltzontzin), municipio de Uruapan y la comunidad indígena de Zirahuen, municipio de Salvador Escalante resultaron elegidos para ser apoyados durante 5 años con el programa de pago por servicios ambientales hídricos.

En el año 2004 se otorgaron apoyos dentro del programa de captura de carbono, pero hasta la fecha no se conocen los financiamientos realizados en predios de esta cuenca (Tabla 36).

Tabla 36. Datos generales del sector forestal en la cuenca.

Superficie total por Ha.*	1'067,827
Superficie arbolada (ha.)	227,081
Existencia Maderables (m ³ VTA)	29'276,850
Numero de Autorizaciones (periodo 1994 – 2004)	521
Volumen Autorizado (m ³)	2'740,720
Superficie Bajo Manejo (ha)	74,751
Industria Instalada	2,192
Capacidad Instalada en Turno de 8 Horas (m ³)	5,171
Industria Instalada (según padrón forestal estatal de la transformación de la madera)	564
Capacidad Instalada en Turno de 8 Horas (m ³) (según padrón forestal estatal de la transformación de la madera)	653,760
Superficie deforestada (Ha)	25.913
Superficie erosionada	41,845

Fuente: IFEM 1995

* Superficie por municipio.

4.6 Áreas naturales protegidas en la cuenca del río Cupatitzio (ANP)

En el Plan Estatal de Desarrollo 2003-2008 del Estado de Michoacán, se establece que la conservación y el manejo sustentable de los recursos naturales son la vía adecuada para lograr un equilibrio ambiental, así como la estabilidad social y económica de los michoacanos.

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) “son porciones del Estado, acuáticas y terrestres, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado por el hombre y que están sujetas a regímenes especiales de protección; o de aquellas que han sido manejadas por el hombre y después de su abandono se han recuperado y requieren ser preservadas o restauradas” (Manual de procedimientos para el establecimiento de Áreas Naturales Protegidas; SUMA).

De hecho, en la legislación ambiental federal y estatal se dispone la protección de lugares que por su importancia biológica, escénica, turística, de recreación o de importancia para el desarrollo social de los pueblos, merecen ser objeto de un decreto que implique el compromiso del Estado, de los municipios y de la sociedad para su conservación y adecuado manejo.

La Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Michoacán define a las ANP de jurisdicción estatal como las zonas del territorio que han quedado sujetas al régimen de protección con el objeto de:

1. Preservar los ambientes naturales dentro de las zonas de asentamientos humanos y en su entorno, para contribuir a la mejor calidad de vida de la población y mantener su equilibrio ecológico.
2. Salvaguardar la integridad genética de las especies silvestres que habitan en los entornos y en los centros de población, particularmente las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción.
3. Asegurar el aprovechamiento racional de los ecosistemas y sus elementos.
4. Proporcionar un campo propicio para la investigación científica, el estudio y monitoreo de los ecosistemas y su equilibrio, y la educación sobre el medio natural.
5. Generar conocimientos y tecnologías que permitan el uso sustentable de los recursos naturales.
6. Proteger poblados, vías de comunicación, instalaciones industriales y aprovechamientos agrícolas y forestales, sitios de interés histórico, cultural, arqueológico y de manejo tradicional de los recursos naturales en armonía con su entorno.
7. Proteger sitios escénicos para asegurar la calidad del ambiente y promover el turismo.

8. Dotar a la población de áreas para su esparcimiento, a fin de contribuir a formar conciencia ecológica sobre el valor e importancia de los recursos naturales.
9. Fomentar la protección del medio ambiente y sus ecosistemas.
10. La restauración de los ecosistemas, especialmente los más representativos y aquellos que se encuentren sujetos a procesos de deterioro o degradación.

Se consideran categorías de ANP de interés estatal:

Los parques urbanos: son áreas de uso público, decretadas por el Gobierno Estatal y los ayuntamientos en los centros de población, para alcanzar y preservar el equilibrio en las áreas urbanas e industriales, entre las construcciones, equipamientos e instalaciones respectivas y los elementos de la naturaleza, de manera que se proteja el medio ambiente para la salud, el esparcimiento de la población y los valores artísticos, históricos y de belleza natural, que dignifiquen la localidad.

Zonas sujetas a preservación ecológica: son decretadas por el Gobierno Estatal y/o los ayuntamientos, en zonas circunvecinas a los asentamientos humanos, en las que exista uno o más ecosistemas en buen estado de conservación, destinadas a preservar los elementos naturales indispensables al equilibrio ecológico.

Parques y reservas estatales: Son áreas relevantes a nivel estatal, representativas de uno o más ecosistemas no alterados significativamente por la acción del ser humano o que requieran ser preservados o restaurados en los cuales habitan especies representativas de la biodiversidad estatal, incluyendo endémicas, amenazadas o en peligro de extinción; que se signifiquen por su belleza escénica, su valor de recreo, su valor histórico, por su aptitud para el desarrollo del turismo o por otras razones de interés general.

El área que comprende la cuenca del río Cupatitzio se han declarado Área Natural Protegida:

Zona protectora de la ciudad de Ario de Rosales.- Se decretó el 16 de junio de 1937 siendo presidente del los Estados Unidos Mexicanos el Gral. Lázaro Cárdenas, la Zona Protectora de los terrenos forestales que rodean a la ciudad de Ario y que se encuentran en los límites siguientes: por el Norte están determinados por los cerros de Colorado, Las Vigas, Conejos y Colmenas; al Este, por los cerros de la Imagen, Tapamal, Barra, Encanto y El Zorrillo; al Sur, por los cerros de Canalejas, Santa Rita, Uruapita y Capulín o Ciprés; y al Oeste, por El Llano Grande y cerro de San Miguel.

La justificación fue que esta zona proporciona grandes beneficios higiénicos, asegura la estabilidad de los terrenos en declive y evita el acarreo de detritus hacia las partes bajas; además, de que en esta zona boscosa nacen manantiales que abastecen las necesidades domésticas y agrícolas de la población de Ario.

En esta zona se prohibió el pastoreo de ganado y las explotaciones de carácter comercial, así como la apertura de nuevas tierras al cultivo agrícola, que reduzcan las zonas boscosas que es necesario proteger.

Un poco antes, el 17 de febrero de 1937, se decretó como **Zona Protectora Forestal Vedada unos terrenos que rodean a la Ciudad de Uruapan**, esto debido a que se consideró que dentro de esta zona nacen diversos manantiales de agua que se aprovechan no sólo para las necesidades de la población de Uruapan, sino también para la fuerza motriz de industrias de la región y, además, en los trabajos agrícolas de la zona de Parácuaro y Apatzingán.

Los terrenos declarados como Zona protectora Forestal Vedada se delimitaron de la manera siguiente: por el Norte, del cerro de Cheranguerán al cerro La Alberca; por el Oriente, del cerro de la Alberca al cerro Colorado, prosiguiendo los linderos hasta Zirimicuaro; por el Sur, de Zirimicuaro a la Tzaráracua y por el Occidente, de la Tzaráracua el cerro Chino, continuando los linderos hasta el punto de origen, o sea el cerro de Cherangueran. El área delimitada comprende una superficie total aproximada de 13,664 hectáreas. En esta zona se prohíbe la explotación comercial de los bosques, así como el ensanchamiento de los cultivos agrícolas cuando se afecten los arbolados de la misma zona.

Además, el día dos de noviembre de 1938, considerando que en el lugar conocido como "Rodilla del Diablo" tiene su nacimiento el río Cupatitzio, que es el más importante que se encuentra en el municipio de Uruapan, cuyas aguas son aprovechadas en la producción de energía eléctrica, en las industrias, abastecimiento urbano y en el riego de huertas y terrenos de cultivo, se decretó ANP el **Parque Nacional "Barranca del Cupatitzio"**. Se declararon los terrenos que a continuación se mencionan: Terrenos de Casanapiro; Potrero de Mendoza; Los Jazmines; Encino Gacho; El Guayabo, Palo Alto, Rancho La Mora, Rodilla del Diablo y Huerta Quinta Ruiz hasta colindar con la capilla de Santiago; terrenos que están considerados en un plano levantado en octubre de 1935 por el personal de la Dirección de Bienes Nacionales. Comprende además la zona federal del río Cupatitzio, desde el mismo parque hasta el Vivero de Árboles localizado en el sitio conocido por el Popo (Ubicación geográfica –coordenadas- 19° 25' y 19° 26' 19" de latitud norte. 102° 04' 06" y 102° 07' 07" de longitud oeste).

La Problemática en esta ANP son los asentamientos humanos irregulares (70 hectáreas). Dentro del parque nacional se encuentran dos colonias con una población de 4,232 habitantes (Colonias 28 de Octubre y Plan de Ayala). En la zona aledaña hay 11 colonias con una población de 199,260 habitantes.

“El Parque Urbano Ecológico de Uruapan”. Se declara ANP, el día 12 de enero de 1995, el predio denominado Santa Catarina, área que cobra especial importancia por los yacimientos de agua que conforman el río Santa Bárbara, ya que parte de esta agua se capta para abastecer a la ciudad; además de contener un importante acervo de especies animales, como aves migratorias, anfibios, roedores, insectos, reptiles y crustáceos y que su reproducción, alimentación y refugio dependen de las condiciones ecológicas existentes en los terrenos del Parque Urbano.

El área de superficie que cubre es de 52-10-88.04 hectáreas, delimitación que se prevé en el plano oficial que obra en la desaparecida Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), cuya superficie está compuesta por terrenos de propiedad del Gobierno del Estado de Michoacán. En este parque urbano sólo se puede realizar actividades recreativas, de investigación, educación ecológica, restablecimiento de la vegetación nativa mediante programas de reforestación y en general aquellas tendientes a la conservación de los ecosistemas y sus elementos.

También existe el **Parque Urbano Ecológico de Capacuaro**, localizado en el predio de la misma comunidad al noreste del municipio de Uruapan, y declarado en esta categoría el 11 de septiembre 1995. Se llegó a esta consideración debido a que esta zona cobra su importancia por la vegetación de pino, además de que esta comunidad no tenía áreas recreativas donde los habitantes pudieran reunirse. En esta zona predomina el bosque de pino-encino; entre las hojosas se encuentran dos especies de encinos; fresno, eucalipto, capulín, casuarina y algunas especies arbustivas. La fauna la conformaban 43 especies de mamíferos, además de quirópteros, aves migratorias, insectos y reptiles.

La superficie total es de 7-59-17.37 hectáreas. Igualmente que los anteriores, en este Parque sólo se podrán realizar actividades recreativas, de investigación, educación ecológica, restablecimiento de la vegetación nativa mediante programas de reforestación y en general, aquellas tendientes a la conservación de los ecosistemas y sus elementos.

Una parte de territorio del **parque Nacional Pico de Tancítaro**, decretado como tal el 27 de julio de 1940, también se encuentra dentro del área de la cuenca del río Cupatitzio. Cuenta con una superficie de 23,154 hectáreas en los municipios de municipios: Tancítaro, Nuevo Parangaricutiro, Peribán y Uruapan. Su vegetación consiste, mayormente, en bosque de oyamel, pino, encino, pastizal y matorral.

5. RECURSOS HÍDRICOS

5.1 Climatología

En la cuenca del río Balsas predomina un clima semicálido-subhúmedo, con temperatura media anual entre 18 y 22° C, lluvias en verano, porcentaje de lluvia invernal menor que el 5%, poca oscilación en la temperatura media mensual entre 5 y 7° C, del tipo A (c) wo(w)(i), de acuerdo con la clasificación climática de Köppen.

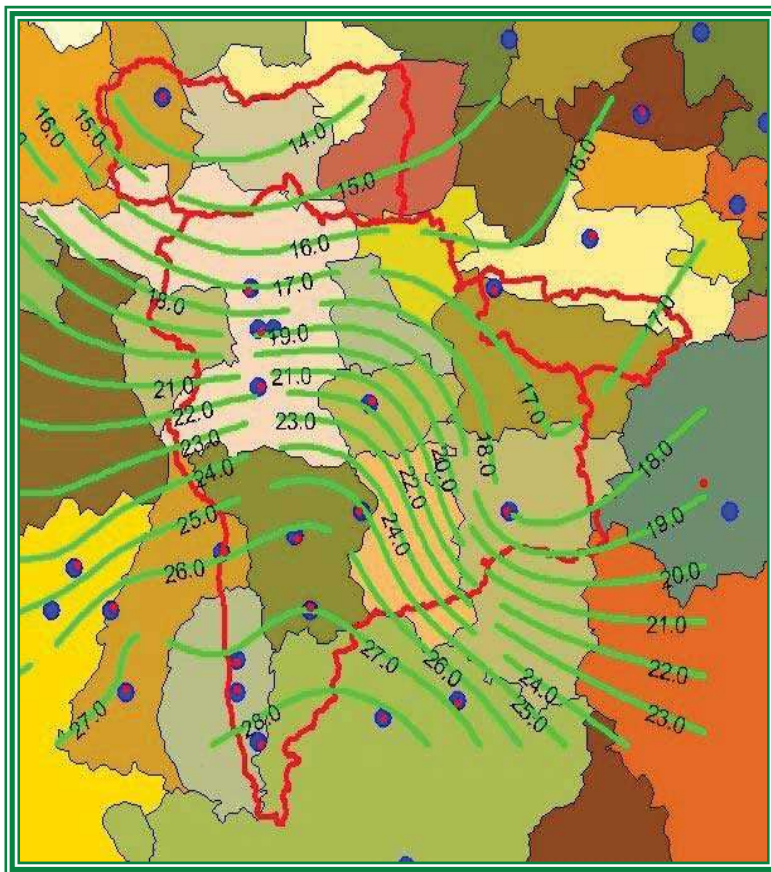
La cuenca del río Cupatitzio, se identifican una diversidad de climas debido a que la cuenca presenta una prolongada pendiente del terreno del orden 3 al 4%. En la zona norte de la cuenca predomina el clima templado-húmedo-semifrío (según Köppen) representado por la estación climatológica de Uruapan. En la porción intermedio y Sur de la cuenca se definen climas de los tipos seco, semiseco-semicálido, cálidos semihúmedos y cálidos subhúmedos.

Los tipos de climas que se definen en la cuenca del río Cupatitzio forman cinturones climáticos con orientación de Este a Oeste, los cuales son poco oscilantes a lo largo del año. De acuerdo con las temperaturas medias anuales que se tienen en esta zona se definen cinturones con climas: semifrío, templado, semicálido y cálido. Los climas semifrío y templado se localizan en la porción Norte de la cuenca y el clima semicálido y cálido al centro y Sur de la cuenca, respectivamente.

5.1.1 Temperatura media anual

Las temperaturas medias anuales registradas en la cuenca del Río Cupatitzio oscilan entre 14 a 28°C. Para hacer la distribución mensual de la temperatura media en la cuenca del río Cupatitzio se seleccionaron las estaciones climatológicas de: Charapan, Barranca del Cupatitzio, Taretán, Zirizicuaro y La Pastoría.

Las zonas ubicadas hacia el norte de la cuenca, en la estación climatológica de Charapan dentro de la cerrada de Paracho, se presentan durante los meses de noviembre a marzo una temperatura media mensual que fluctúan entre 10 a 12°C, representativo de un clima semifrío. Para el resto del año dicha zona se define una temperatura media mensual entre 12 y 14° C típicos del clima templado.



Mapa 4. Temperatura Media Anual

Ya en la cuenca del río Cupatitzio, en la estación climatológica de la Barranca del Cupatitzio, se define un clima templado durante todo el año con temperaturas que fluctúan entre 12 a 18°C (Mapa 4).

El clima semicálido que fluctúa entre temperaturas medias mensuales de 18 y 22°C, se define para la zona donde se ubica la estación climatológica de Taretán, en la porción central de la cuenca, entre la zona de transición de las sierras ubicadas en la porción Norte con el valle de Lombardía (Figura 4).

El clima cálido se define hacia las partes más bajas de la cuenca, característico del valle de Nueva Italia, donde se define temperaturas medias mensuales superiores a los 22°C, las estaciones características fueron las de Zirizicuaro y La Pastoría al sur de Nueva Italia (Figura 4).

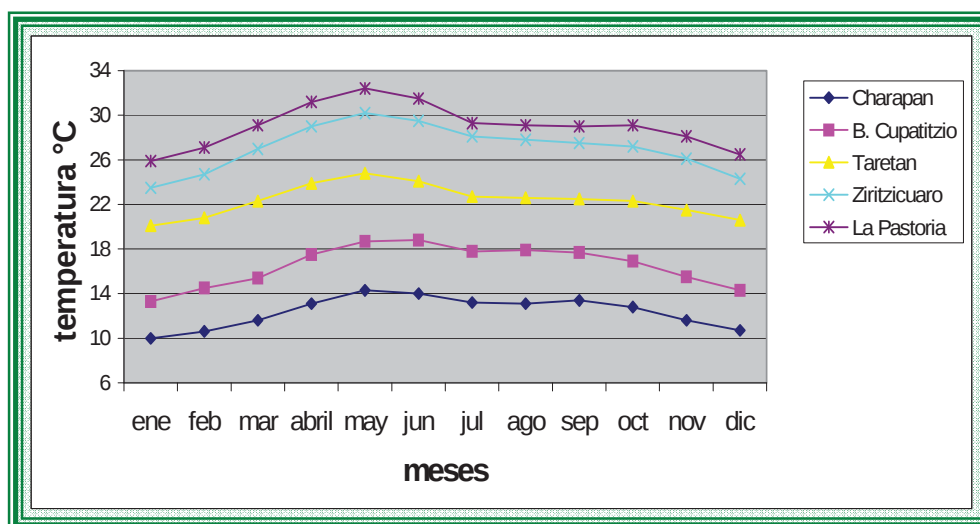


Figura 4. Temperatura media mensual registrada en cinco estaciones climatológicas ubicadas en la cuenca del río Cupatitzio.

5.1.2 Precipitación media anual

En la región del Balsas se registra una precipitación media anual de 929 mm, con lluvias en los meses de junio a octubre, lo que dificulta su aprovechamiento dado su carácter torrencial en la generalidad de los casos⁶. El siguiente cuadro contiene el resumen de los resultados obtenidos del análisis de lluvias para cada una de las sub-regiones, así como la precipitación media anual en milímetros (Tabla 37).

Tabla 37. Precipitación media anual en la región del Balsas

Sub-región	Área hidrológica (km ²)	Precipitación media anual (mm)	Precipitación mínima anual (mm)	Precipitación máxima anual (mm)
Alto Balsas	50 409	897	499	1 647
Medio Balsas	31 951	1 019	479	1 619
Bajo Balsas	35 045	876	450	1 390
Total	117 405	929	450	1 647

Fuente: Programa Hidráulico Regional 2002-2006, Región IV Balsas, CONAGUA

⁶ Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, periodo 1941-2001.

Por lo que respecta a la cuenca del río Cupatitzio, la precipitación pluvial registrada oscila entre los 600 mm a los 1600 mm de lluvia durante el año, las mayores precipitaciones registradas hacia las partes altas al norte de la cuenca y las menores hacia las porciones bajas al sur de la cuenca. Durante el año las precipitaciones se presentan durante los meses de Mayo a Octubre, con lluvias ocasionales durante el mes de Enero (Figura 5).

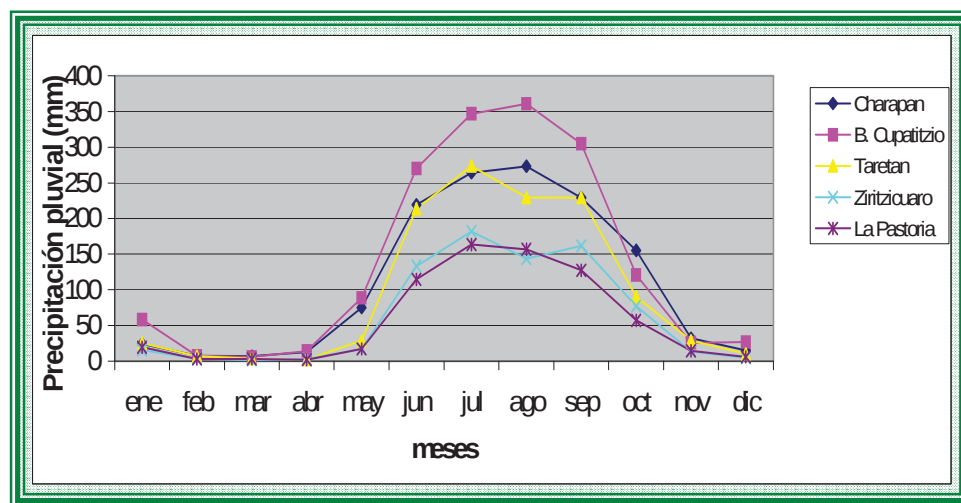
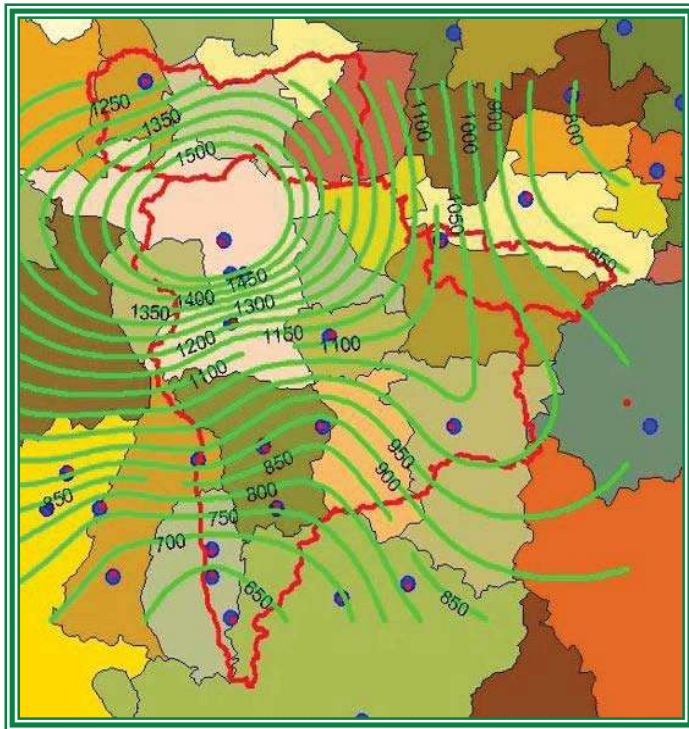


Figura 5. Precipitación media anual registrada en cinco estaciones climatológicas ubicadas en la cuenca del río Cupatitzio.

La mayor precipitación incide hacia la porción Norte de la cuenca del río Cupatitzio, en su porción oriental ubicada hacia el municipio de Uruapan, con precipitaciones acumuladas anuales superiores a los 1,600 mm al año. La precipitaciones que inciden durante los meses de mayo y octubre en dicha zona oscilan entre 80 a 120 mm, mientras que las registradas durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre se presentan entre 250 a 360 mm.

La cuenca cerrada de Paracho presenta precipitaciones que oscilan a lo largo del año entre 1200 a 1500 mm, presentándose la mayor precipitación hacia su límite con la cuenca del Cupatitzio (Mapa 5).



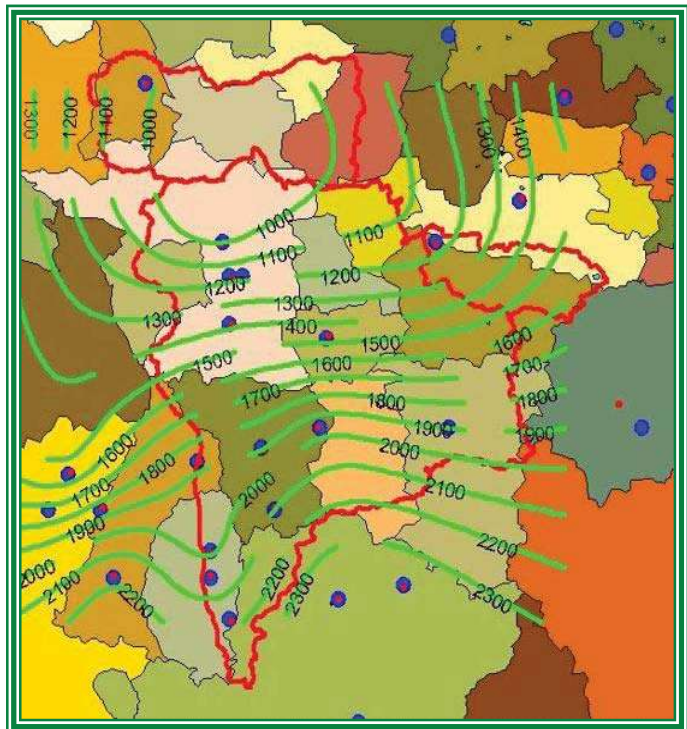
Mapa 5. Precipitación pluvial

La precipitación que incide en el valle de Lombardía se encuentra entre 900 a 1200 mm, la estación climatológica de Taretán es representativa de esta zona (Mapa 5).

La precipitación que incide hacia las partes mas bajas de la cuenca, en lo que es el valle de Nueva Italia, presentan precipitaciones pluviales que oscilan entre los 900 a 500 mm (Mapa 5).

5.1.3 Evaporación potencial media anual

La evaporación potencial media anual registrada para la cuenca del Cupatitzio oscila entre los 1000 mm registrados hacia las partes altas de la cuenca y colindante con la cuenca cerrada de Paracho, y que progresivamente aumentan conforme disminuye la elevación del terreno, hasta evaporaciones del orden de los 2200 hacia las partes más bajas registradas en la zona Sur del valle de Nueva Italia (Mapa 6).



Mapa 6. Evaporación potencial media anual

La distribución de evaporación potencial media mensual a lo largo del año presenta dos patrones para la cuenca del río Cupatitzio, uno definido para la porción de la cuenca ubicada en las partes alta y media, con evaporaciones ente 75 a 150 mm mensual, con máximas en los meses de marzo, abril y mayo.

El segundo patrón de comportamiento de la evaporación media mensual en la cuenca del río Cupatitzio se define hacia las partes bajas de la cuenca, en lo que es el Sur del valle de Lombardía y el valle de Nueva Italia, con evaporaciones potenciales entre 150 a 320 m, con máximos en los meses de marzo, abril y mayo (Figura 6).

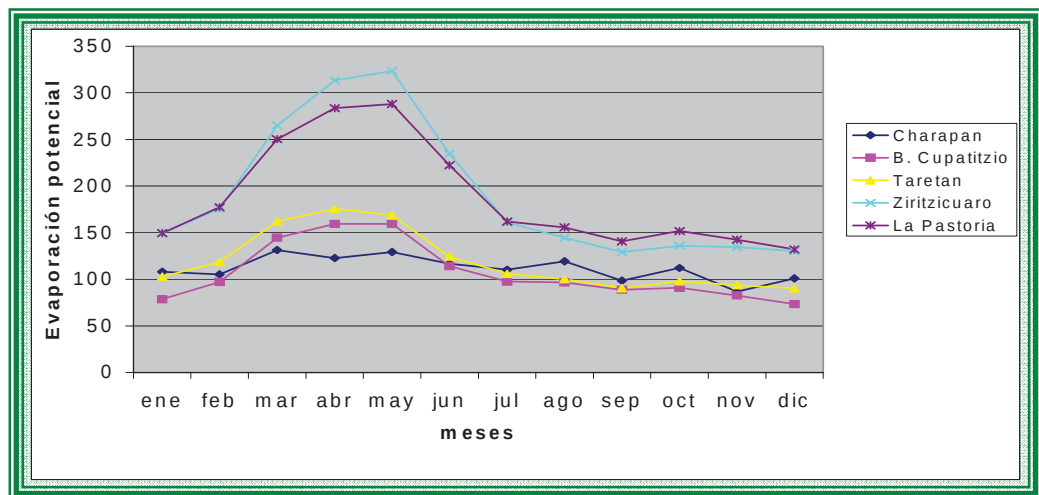


Figura 6. Evaporación registrada en cinco estaciones climatológicas ubicadas en la cuenca del río Cupatitzio

5.2 Hidrología Superficial

5.2.1 Región hidrológica, cuenca y sub-cuenca

Con la finalidad de atender las necesidades de la población en materia hidráulica, en 1996 durante el proceso de Planeación Hidráulica Regional, se analizaron diferentes alternativas para delimitar el país en zonas, de tal forma que las acciones realizadas beneficiaran a un mayor número de personas.

La alternativa que se tomó fue dividir al país en Regiones Hidrológico-Administrativas ya que así se lograba agrupar zonas interdependientes entre sí, en donde los usuarios aguas arriba y aguas abajo establecieran una permanente comunicación para identificar problemas así como su solución.

Así, el país se dividió en 37 regiones hidrológicas agrupadas en 13 Regiones Hidrológico-Administrativas definidas por la Comisión Nacional del Agua en 1996.

Regiones Hidrológico-Administrativas.

- I.** Península de Baja California
- II.** Noroeste
- III.** Pacífico Norte
- IV.** Balsas
- V.** Pacífico Sur
- VI.** Río Bravo
- VII.** Cuencas Centrales del Norte
- VIII.** Lerma-Santiago-Pacífico
- IX.** Golfo Norte
- X.** Golfo Centro
- XI.** Frontera Sur
- XII.** Península de Yucatán
- XIII.** Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala.

Así, nuestra zona de estudio quedó comprendida dentro de la Región Hidrológico-Administrativa IV Balsas.

La cuenca del río Balsas quedó definida dentro de la Región IV. A su vez, la cuenca del río Cupatitzio se ubica en la Sub-región del Bajo Balsas junto con otras tres sub-cuencas (Tabla 38).

Tabla 38. Estructura administrativa de la Región IV Balsas

Sub-región	Número de municipios	Superficie hidrológica (Km ²)	Número de cuencas
Alto Balsas	334	50, 409	6
Medio Balsas	49	31, 951	2
Bajo Balsas	39	35, 045	4
Total	422	117, 405	12

La Cuenca del río Cupatitzio se ubica en la región hidrológica Balsas, Cuenca del río Balsas-Infiernillo y la integran las cuencas Río Cupatitzio, Río La Parota y la cuenca del río El Márquez (Mapa 6).



Mapa 7. Ubicación de la cuenca del Río Cupatitzio en la Región Hidrológica Balsas.

5.2.2 Hidrografía

La cuenca del río Cupatitzio puede considerarse que esta formada por tres sistemas hidrográficos, el río Cupatitzio y sus tributarios Jicalán y Acúmbaro (Mapa 7).

En la unión de los ríos Cupatitzio y Acúmbaro (Cajones) recibe el nombre El Márquez, al pasar por la población del mismo nombre. También se le conoce como el río La Pastoría. El Márquez vierte sus importantes aportaciones por la margen izquierda del río Tepalcatepec, a 26 km. de la estación hidrométrica Los Panches. A partir de este punto el río Tepalcatepec está ahogado dentro del vaso de la presa El Infiernillo.



Mapa 8. Red hidrográfica de la cuenca del río Cupatitzio.

El río Cupatitzio es la principal corriente portadora del río El Márquez, y tiene sus orígenes al Noroeste de la ciudad de Uruapan, en el cerro de El Pario, a una altura de 2750 msnm. A unos 10 Km. aguas abajo, aproximadamente, recibe importantes aportaciones al cruzar por el Parque Nacional “Eduardo Ruiz”, a través de una serie de manantiales entre los cuales destaca el conocido como “La Rodilla del Diablo” el cual brota a una elevación de 1,700 msnm.

Otras no menos importantes como La Yerbabuena, El Revelero y Garandillas, entre otras, siendo estos los que le dan al río características caudalosas de régimen permanente. Recibe aportaciones por la margen izquierda al arroyo Santa Bárbara, y por la otra al río Los Conejos, un poco antes de la cascada La Tzararacua.

En la porción suroeste destacan los arroyos Mata de Plátano, Chumbisto y las Barrancas, formadores del Jicalán Viejo, que descarga sus aguas en el río Cupatitzio a la altura del poblado de Charapendo.

Al oriente de la zona de Uruapan, la corriente superficial más relevante es el río Acúmbaro y sus tributarios, los ríos El Cóbano, Tahuejo, Chupangio, San Cayetano, Tepenahua, Santa Casilda y Tomendán, que con dirección sur pasa por la población de Taretán, para descargar sus aguas al río Cupatitzio. El origen del río Acúmbaro está representado por el manantial El Ortigal.

5.2.3 Escurrimiento superficial.

En la región del Balsas se tiene una precipitación media anual del orden 929 mm; lo que representa un volumen anual de 108,716 hm³/año; constituidos por 6,851 hm³ escurridos en la Sub-región Alto Balsas; 7,463 hm³ escurridos en la Subregión del Medio Balsas y 9,959 hm³ en la Subregión Bajo Balsas, más un volumen de 211 hm³/año correspondiente a retornos, con una oferta potencial de 24,484 hm³/año⁷.

⁷ Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región IV Balsas

Del volumen que escurre en la Región, del río Balsas se extraen para usos consuntivos 7,210 hm³/año, para exportaciones a otras cuencas (sistema Cutzamala) 629 hm³ y pérdidas por evaporación (1,189 hm³/año), resulta un volumen excedente de aguas superficiales de 15,456 hm³/año, que se descargan al mar a través de la desembocadura del río Balsas; de estos, 12,669 hm³/año son utilizados para generación de energía en las hidroeléctricas de Infiernillo y Villita.

Por lo que respecta a la cuenca del río Cupatitzio, aquí se genera un escurrimiento medio anual de 863 mm³, aproximadamente 27 m³/s, y representan el 5% del escurrimiento que se presenta en la Sub-región Bajo Balsas. El río Cupatitzio, junto con los ríos Tepalcatepec y Tacámbaro, se considera como uno de los más importantes formadores de la región hidrológica Balsas, en el Estado de Michoacán (Tabla 39).

Tabla 39. Distribución del escurrimiento superficial en la Cuenca del río Balsas.

Sub región Cuenca	Estación Hidrométrica	Escurrecimiento		
		Medio Anual (Mm ³)	Distribución en la época de	
			Lluvia (%)	Estiaje (%)
Bajo Balsas	Presa Infiernillo	16,395	82.7	17.3
Río Cupatitzio	La Pastoría	863	73	27

Como se ha mencionado, por las características geológicas, esta región es rica en recursos hídricos. La mayoría de los manantiales brotan en la zona de contacto de la unidad geológica denominada basaltos y brechas recientes (Q_{vbs}) que descansan sobre la unidad geológica de basaltos y brechas alteradas (Q_{tvba}).

El grupo de manantiales más importantes está representado por los que afloran en el Parque Nacional “Barranca del Cupatitzio”, conocidos con los nombres de: Riyitos, Rodilla del Diablo, Revelero, Yerbabuena y Gandarillas1 y 2. Se consideran como el origen del río Cupatitzio, dándole a su escurrimiento carácter permanente desde este sitio.

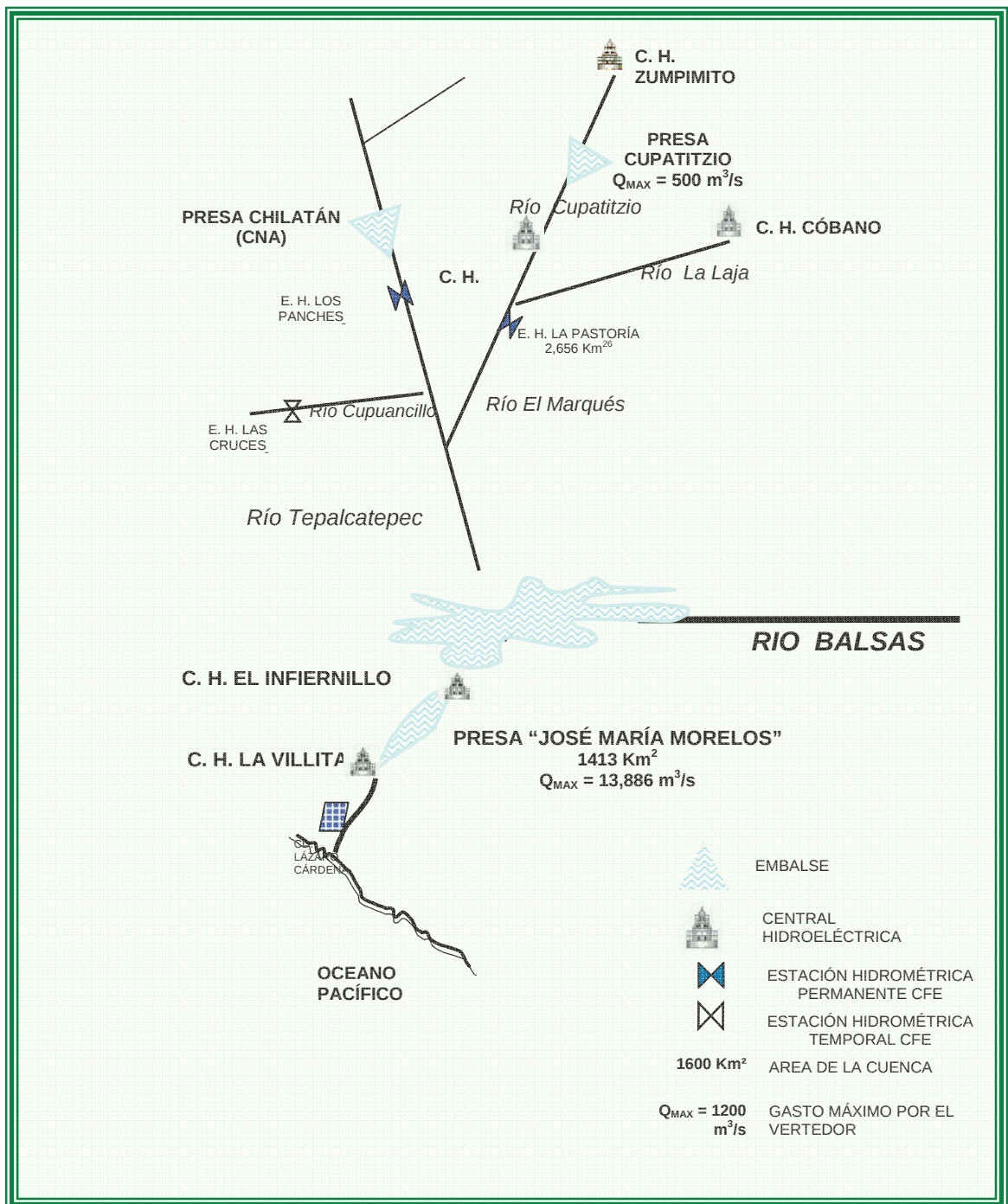
Al noreste de la población de Uruapan y en los alrededores del aeropuerto local, se localizan diversos manantiales, siendo dos los de mayor importancia, debido a que dan origen a los escurrimientos del río Santa Bárbara, afluente del Cupatitzio, poco antes de la Tzararacua.

Hacia el poniente de Uruapan, en la población a Nuevo San Juan Parangaricutiro, se localizan 3 manantiales, que se aprovechan para el abastecimiento de agua potable y que además dan el carácter de permanente al río Los conejos, que es afluente del Cupatitzio por su margen derecha, poco antes de La Tzararacua.

En la carretera Uruapan-Pátzcuaro, a la altura del poblado de San Andrés Corú se localizan 2 manantiales que se aprovechan para el abastecimiento de esta población. Se han identificado también manantiales en Santiago Tingambato. Sobre la Carretera Uruapan – Taretán se localizan 2 manantiales en los alrededores de Zirimícuaro, utilizándose parte de las aportaciones en el abastecimiento de este poblado. Así mismo, se localizan 2 manantiales a la altura de Caracha, teniendo importancia el llamado El Ortigal, por ser origen del río Acúmbaro. Finalmente, en los alrededores de Taretán existen 6 manantiales.

El aprovechamiento de este escurrimiento se lleva a cabo principalmente para la generación de energía eléctrica (Figura 7) como un uso no consuntivo, seguido en su importancia por la magnitud de volumen requerido para el sector agrícola.

Figura 7. Infraestructura de Control Hidrométrico del río Cupatitzio



Fuente: Unidad de Ingeniería y Construcción, Dpto. de Hidrometeorología, CFE

5.2.4 Calidad del Agua superficial.

Los centros de población constituyen por lo general una de las principales fuentes de contaminación de los cuerpos de agua. En las grandes ciudades los sistemas de alcantarillado recolectan además de las descargas domésticas las provenientes de los centros de servicios y de la industria que se quedó dentro de la marcha urbana cuando ésta se extendió.

En las zonas rurales también se generan aguas residuales, con una amplia variación en el nivel de servicio del drenaje, donde el componente industrial prácticamente no existe y por lo general lo que llega a presentarse son descargas de establos y talleres artesanales

Sólo aquella fracción del agua residual generada, y que es recolectada por los sistemas de drenaje, se transforma en una descarga que es susceptible de ser tratada a través de los sistemas de tratamiento primario, secundario o terciario. El agua que no se recolecta puede ser tratada mediante otro tipo de sistemas conocidos como saneamiento básico.

Calidad del agua

En la Región Balsas se realizan mediciones sistemáticas de los parámetros de calidad de las aguas superficiales y cálculos de los ICA correspondientes, en las estaciones de monitoreo localizadas en los diferentes estados de la cuenca. Es la sub-Región alta la que en general presenta mayores niveles de contaminación consecuencia de un acelerado crecimiento de la población de los centros urbanos de los estados de Tlaxcala, Puebla y Morelos. El crecimiento poblacional ha estado acompañado por un creciente desarrollo industrial no siempre acompañado del subsecuente incremento en la infraestructura de saneamiento. En la parte media de la cuenca, la contaminación disminuye, lo cual es debido a una menor concentración de población y de actividades industriales. La contaminación de las aguas superficiales de la Sub-Región del Bajo Balsas es notoriamente mejor que en las partes altas.

Ya sobre el río Cupatitzio, en la ciudad de Uruapan, la principal fuente de contaminación del agua son los alcantarillados municipales que se vierten en forma directa y sin ningún tratamiento previo sobre corrientes y cauces naturales que cruzan la mancha urbana, como son los ríos Riyitos y Revelero y Tarecho, además de una serie de barrancas. Estas últimas constituyen fuertes atractivos como tiraderos de desechos sólidos, domésticos, las cuales confluyen al río Cupatitzio.

También existen estos tipos de aportaciones directas al río Cupatitzio y sobre drenes y canales del Distrito de Desarrollo Rural No. 087 Uruapan y sobre el arroyo Santa Catarina aportador del río Santa Bárbara.

Por otra parte existen en la parte alta de Uruapan una serie de nuevos fraccionamientos irregulares que no cuentan con sistema de drenaje e infiltran sus agua negras en demérito de la calidad original de las aguas de los manantiales que afloran en las inmediaciones del Parque Nacional "Lic. Eduardo Ruiz".

Como descargas industriales aisladas, pocas por cierto, pueden citarse las de algunas fábricas de hilados y tejidos, de papel kraft, de productos forestales y resinas, embotelladoras de refrescos, fábricas de aguardiente y empacadoras de productos agrícolas y frutales así como la del rastro municipal. En Nuevo Parangaricutiro existen también fábricas de productos forestales y resinas y en Gabriel Zamora, fábricas de aceites vegetales y molinos de arroz.

Existe también la contaminación por desechos sólidos derivados tanto de las actividades turísticas como también de los inadecuados sistemas de recolección, manejo y disposición de desechos municipales.

Indicadores de la Calidad del Agua

Se ha considerado la calidad del agua de los cuerpos de agua, como un indicador *eficaz* de la salud de la cuenca, reflejándose los cambios en los parámetros, como efecto de las acciones que se llevan a cabo en las partes altas de la cuenca.

Es por esta razón que los aspectos que se tratan en este apartado son muy significativos y sensibles al manejo que se haga de la cuenca, y serán utilizados como parte del historial y en cierta manera evaluación de las acciones que se emprendan.

Los cuerpos de agua son utilizados de diferentes formas, desde usos muy importantes como en el abastecimiento público, riego agrícola, producción de energía, acuacultura, y recreación entre otras, sin embargo también son utilizados comúnmente para el transporte y eliminación de contaminantes, ya que son utilizados como cuerpos receptores de descargas de agua residual y desechos sólidos.

La explotación de los recursos hidráulicos debe realizarse en forma racional. En los últimos años se ha tratado de administrar el agua de manera adecuada. Dentro de las acciones para la preservación de este vital líquido, se ha realizado la clasificación del mismo, de acuerdo a diferentes criterios como el índice de calidad del agua y el potencial de uso.

Índice de calidad

La Comisión Nacional del Agua (CNA) lleva a cabo el monitoreo de la calidad del agua en los principales cuerpos de agua superficiales y subterráneos del país, a través de la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua (RNMCA) y de estudios especiales.

La determinación de la calidad del agua, es medida en términos del índice de calidad del agua (ICA), el cual se define como el grado de contaminación existente en el agua a la fecha de un muestreo, ponderando los resultados de 18 parámetros evaluados, y expresado como un porcentaje en el agua pura. Así agua altamente contaminada tendrá un índice cercano o igual a 0% y de 100% para el agua en excelentes condiciones.

El índice es un porcentaje promedio del efecto que causan los diferentes niveles de cada uno de los parámetros medidos en un cuerpo de agua. En la actualidad, la Comisión Nacional del Agua, realiza el análisis de al menos 18 variables en cada sitio de muestreo seleccionado (Figura 8).

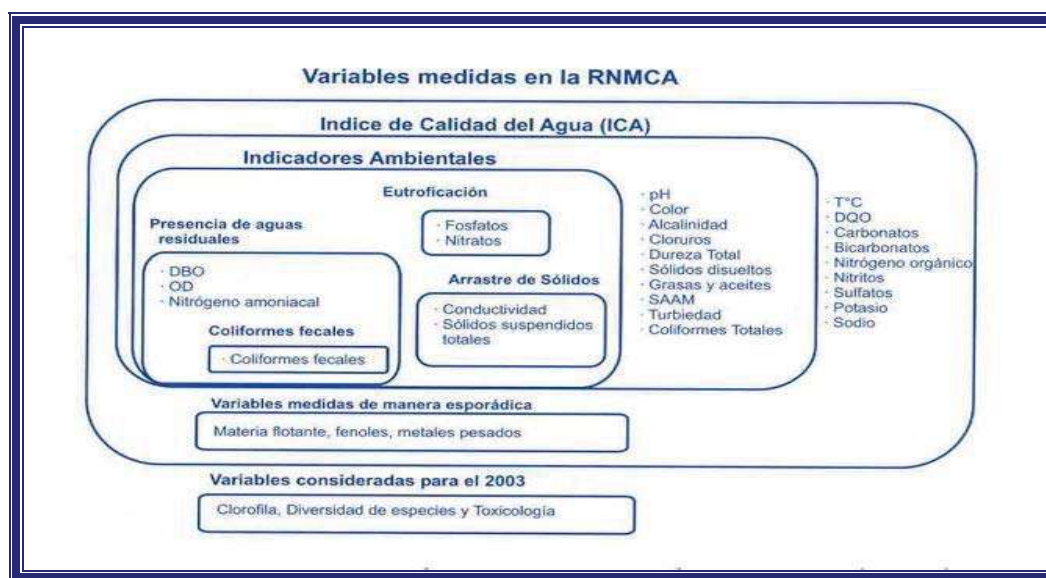


Figura 8. Esquema de variables medidas en la RNMCA

La contaminación del agua ocurre cuando una calidad impone ya sea un peso económico o un perjuicio estético sobre los usos a que esta se destina. La medición del grado de contaminación es bastante complejo, debido a la variedad de criterios que se tiene para hacerlo. Consecuentemente las diferentes clases de usos del agua tienen que ser identificadas y tomadas en cuenta para establecer la escala de calificación, de tal forma que se estableciera una correlación entre los diferentes parámetros y su influencia al grado de contaminación.

Por lo que respecta a las aguas superficiales, se realiza la siguiente descripción e interpretación de los resultados de los análisis de calidad del agua obtenidos por la CNA en muestreos realizados entre febrero y octubre de 1992 y de los años 2000, 2001 y 2002. Siendo estos, al parecer, los únicos disponibles de la calidad del agua sobre el río Cupatitzio y sus principales afluentes.

En cuanto a los datos correspondientes de 1992, se cuenta solamente con los promedios, no existiendo ninguna discriminación entre las temporadas de estiaje y lluvias, por lo que su análisis tiene un sesgo por la influencia de los acarreos y a la vez dilución por las escorrentías provocadas por las lluvias, que por la naturaleza de las mismas tienden a acarrear cantidades importantes de terrígenos, así como sólidos grandes, a la vez de provocar un efecto diluyente de la materia orgánica y nutrientes contenidos en las aguas residuales, provenientes de las poblaciones por las que atraviesa el río.

Los muestreos del año 1992, se realizaron en 8 estaciones ubicadas a lo largo del río, así como de 5 de los principales afluentes, las estaciones de muestreo son:

- E1.- Rodilla del Diablo
- E2.- Agua Abajo del Parque Nacional
- E3.- Aguas Abajo del Arroyo Tarecho
- E4.- Hidrométrica Cupatitzio
- E5.- Tzararacua
- E6.- Presa Cupatitzio
- E7.- Presa Jicalán
- E8.- Puente el Marqués

Afluentes:

- A1.- Arroyo Tarecho
- A2.- Arroyo Infiernillo
- A3.- Río San Antonio
- A4.- Río Los Conejos
- A5.- Arroyo Tinaja Verde

Gasto

El gasto aforado en el manantial Rodilla del Diablo fue de $1,490 \text{ m}^3/\text{s}$, al salir del Parque Nacional y al haber incorporado los nacimientos dentro del mismo, el gasto aumenta a $2.937 \text{ m}^3/\text{s}$; al cruzar la ciudad, y con la incorporación del arroyo el Tarecho, el cual drena una importante zona de la ciudad, entre ella, la parte centro de la ciudad, el gasto se incrementa a $4.100 \text{ m}^3/\text{s}$; ya hacia la hidrométrica Cupatitzio, que se encuentra a la altura del Parque la Pinera, el gasto es de $6.178 \text{ m}^3/\text{s}$.

En la Tzaráracua, donde ya se han incorporado todas las aguas residuales de la Ciudad de Uruapan, y por lo tanto todos los manantiales que tienen su origen en la ciudad, además de corrientes como la de los Conejos, Jicalán Viejo, arroyo San Antonio, etc., el gasto fue de $6.728 \text{ m}^3/\text{s}$. En la presa Cupatitzio con la incorporación del arroyo La Tzararacuita, el gasto asciende a $8.068 \text{ m}^3/\text{s}$; el máximo gasto aforado en el río se obtiene en la Presa Jicalán, del sistema de Generación Hidroeléctrica Cupatitzio con un gasto de $8.520 \text{ m}^3/\text{s}$. En el Puente el Marqués, el gasto aforado disminuye a $1.305 \text{ m}^3/\text{s}$. En la figura 9 se muestra la variación del gasto en el río Cupatitzio, correspondiente al tramo comprendido entre la Rodilla del Diablo y el Puente Marqués.

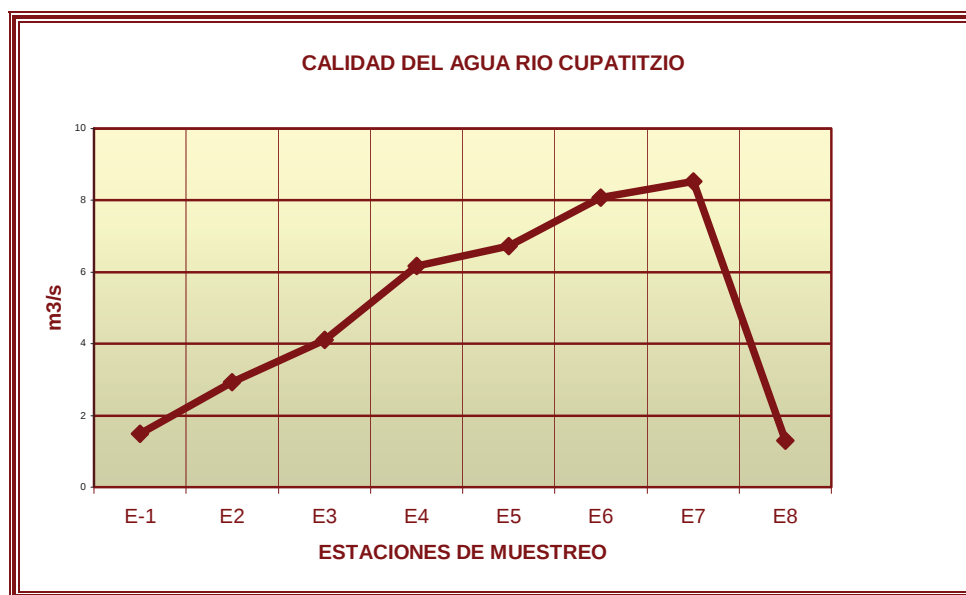


Figura 9. Variación del gasto en el río Cupatitzio

Parámetros fisicoquímicos

Se incluyen en este apartado parámetros de calidad del agua como son Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Turbiedad y Sustancias Activas al Azul de Metileno.

Como sería de esperarse, las mejores condiciones de calidad del agua se obtienen en el manantial Rodilla del Diablo, aunque por los valores de los parámetros, pareciera que ha habido la presencia de crecientes o escorrentía de la parte alta de la cuenca.

Las condiciones del agua al salir del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, son en general similares a las de la Rodilla del Diablo, aunque algunos parámetros han incrementado sus valores y otros disminuido.

De acuerdo a los resultados presentados, después de la descarga del arroyo Tarecho, es donde se obtiene las peores condiciones de calidad del agua en todo el río. A pesar que a su paso por la ciudad, el río continúa recibiendo descargas de aguas residuales, la calidad de éste mejora, aunque marginalmente. Probablemente debido al efecto de otros afluentes como son el arroyo Los Conejos, la incorporación de manantiales de agua limpia, y al efecto de dilución en la temporada de lluvias.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno, que es una medida de la materia orgánica contenida en las aguas, presenta una curva típica de decaimiento, a partir de la descarga del Tarecho. Esto se explica por los efectos de autodepuración del río.

Un parámetro que se mantiene en niveles más o menos altos es el SAAM, debido a la baja biodegradabilidad de sus constituyentes; otro es la turbiedad, la cual tiene un importante incremento en la estación del Marqués, debido a la incorporación de terrígenos a la corriente del Cupatitzio (Figura 10).

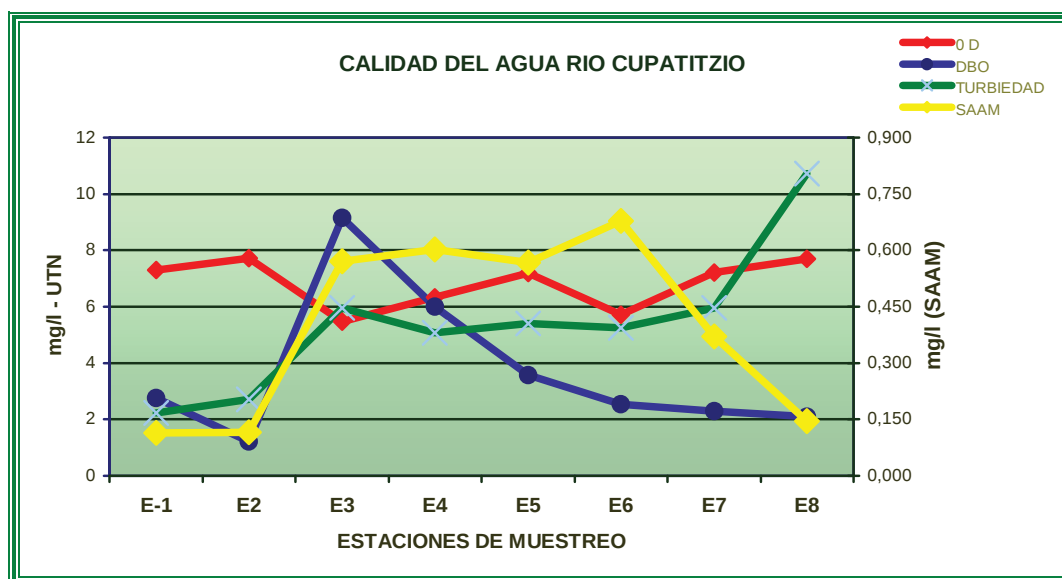


Figura 10. Parámetros de la calidad del agua

Nutrientes

Con respecto a las formas fosforadas y nitrogenadas, estos tienen sus máximos en la hidrométrica Cupatitzio y la Tzaráracua, respectivamente. Se alcanzan niveles sumamente altos de estos parámetros (0.412 mg/l PO_4 , $1.98 \text{ mg/l NO}_3 + \text{NH}_3$), lo que se corrobora con los niveles de eutroficación de la presa Cupatitzio, en la cual ocurren constantemente eventos de florecimientos algales, así como la presencia de lirio acuático y vegetación con elevados niveles de crecimiento (Figura 11).

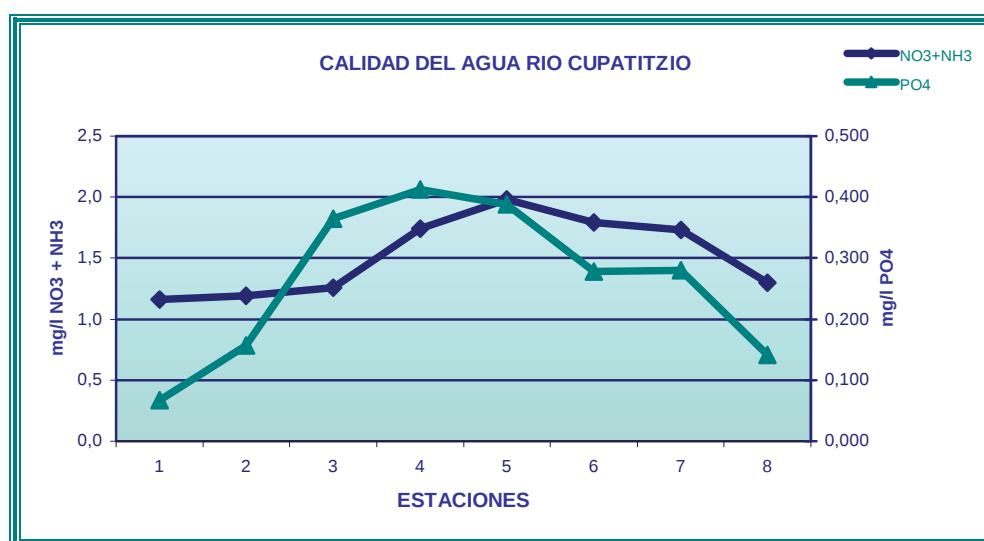


Figura 11. Nutrientes del agua en la cuenca del río Cupatitzio

Coliformes totales y fecales

En el manantial Rodilla del Diablo se obtienen valores de Coliformes tanto fecales como totales, similares a los obtenidos por CAPASU en los manantiales, aunque existe un incremento hacia la estación al final del Parque Nacional, el máximo se obtiene aguas abajo de la descarga del arroyo Tarecho, a partir de esa estación existe una disminución en sus valores, manteniéndose constantes, entre las estaciones Tzaráracua y Presa Cupatitzio. El nivel de coliformes fecales en la estación del Marqués, está muy por arriba de los criterios de Calidad del Agua para uso agrícola, por lo tanto, aún con los procesos de auto purificación que suceden a lo largo del río, sus aguas no son aptas para uso agrícola (Figura 12).

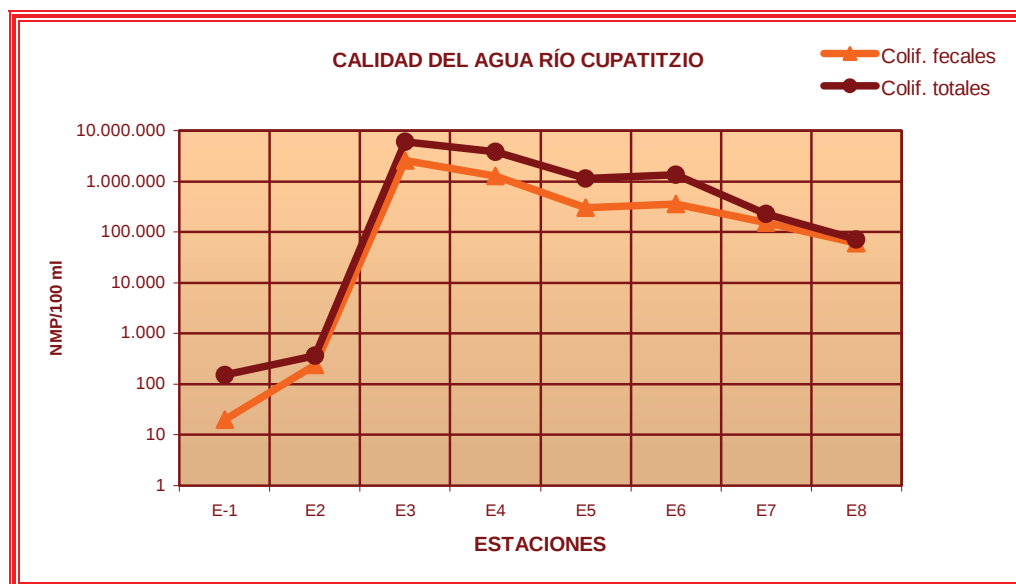


Figura 12. Nivel de coliformes

En la cuenca del río Cupatitzio actualmente, se cuenta con 3 estaciones de monitoreo, con lo que se cubren las principales corrientes superficiales en esta región. Las estaciones se establecieron en función a los usos, y las posibles fuentes de contaminación de la zona, con el propósito de evaluar el impacto provocado por las actividades humanas en la calidad de los cuerpos de agua, lo que nos permite definir acciones para evitar la contaminación de los mismos.

La descripción y ubicación de las estaciones se muestra a continuación:

- Estación de monitoreo No. 8 "*Rodilla del Diablo*", se ubica en el manantial principal del río Cupatitzio, el cual lleva el mismo nombre, en las coordenadas geográficas 19° 25' 42" de latitud norte y 102° 04' 22" de longitud oeste.
- Estación de monitoreo No. 9 "*Hidrométrica CFE*", se ubica en la hidrométrica Cupatitzio de la CFE, situada frente a la colonia Emiliano Zapata de la ciudad de Uruapan, en las coordenadas geográficas 19° 23' 00" de latitud norte y 102° 03' 34" de longitud oeste.
- Estación de monitoreo No. 10 "*Puente Capirio*", se ubica en el río Tepalcatepec, en las coordenadas geográficas 18° 50' 57" de latitud norte y 102° 07' 56" de longitud oeste.

En el año 1990, la Gerencia Estatal de la Comisión Nacional del Agua realizó un estudio en la cual definió una red de muestreos conformado por 8 estaciones sobre la corriente principal y 5 sobre sus aportadores; en ambos casos se procuraron sitios ubicados preferentemente aguas abajo de la aportaciones y en lugares cercanos a las derivaciones.

Del cual se observó que en su origen recibe aportaciones considerables de aguas residuales municipales y de servicios de un sector de la población de Uruapan, con lo cual su calidad se ve afectada considerablemente. A partir de este sitio y en tramo de 3.5 Km. se le incorporan el resto de las descargas con lo cual su calidad se mantiene en el mismo nivel, ya que en este tramo empieza lo accidentado del cauce y por ende la velocidad de la corriente tiene a incrementarse.

Continuando con el desarrollo de la corriente, después de la ciudad de Uruapan se le incorporan varios ríos y arroyos, cuyas aguas en gran parte de los mismos son de calidad aceptable. Lo anterior se debe a que la corriente tiende a incrementarse. Las caídas de la corriente y los embalses Cupatitzio y Jicalán, contribuyen a mejorar la calidad del agua.

Se han realizado análisis de calidad del agua en los manantiales que abastecen a la ciudad de Uruapan, mismos que muestran una buena calidad, apta para uso público urbano, por presentar valores en los parámetros químicos por debajo de los niveles máximos permisibles establecidos en la Norma Mexicana NOM-127-SSA1-1994 (Tabla 40 y 41).

Tabla 40. Calidad del agua de los Manantiales

CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANANTIALES 16 de agosto de 2002								
Parámetro	Unidades	L.M.P.	Concentración					
		NOM-127-SSA1-1994	Yerbabuena	Pescadito	Revelero I	Revelero II	Riyitos	Gandarillas
Gasto	Lts/seg		190	310	80	60	30	375
Arsénico	mg/Lts	0.05	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Aluminio	mg/Lts	0.20	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.162
Cadmio	mg/Lts	0.01	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Cromo	mg/Lts	0.05	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010
Cobre	mg/Lts	2.00	< 0.500	< 0.500	< 0.500	< 0.500	< 0.500	< 0.500
Fierro	mg/Lts	0.30	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100
Manganeso	mg/Lts	0.15	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100
Mercurio	mg/Lts	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Plomo	mg/Lts	0.025	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010
Sodio	mg/Lts	200	< 25.00	< 25.00	< 25.00	< 25.00	< 25.00	< 25.00
Zinc	mg/Lts	5.00	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100
Color	Pt-Co	20	1	1	1	1	1	1
Turbiedad	UTN	5	0.61	0.481	0.192	0.201	0.164	1.430
Colif. Totales	NMP/100ml	2	33	7	32	56	17	11
Colif. Fecales	NMP/100ml	0	1	7	19	4	17	44

Tabla 41. Calidad del agua de los Manantiales

CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANANTIALES 6 de octubre de 2003									
Parámetro	Unidades	L.M.P.	Concentración						
		NOM-127-SSA1-1994	Yerbabuena	Pescadito	Revelero I	Revelero II	Riyitos	Gandarillas I	Gandarillas II
pH	pH	6.5 - 8.5	7.08	8.95	6.84	6.86	6.90	7.05	7.04
Dureza Total	Mg/l CaCO ₃	500	60	54	54	54	52	70	70
Sól. Disueltos	mg/Lts	1,000	6.7	6.3	6.3	6.1	6.1	8.1	7.7
Arsénico	mg/Lts	0.05	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Aluminio	mg/Lts	0.20	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100
Bario	mg/Lts	0.70	< 0.200	< 0.200	< 0.200	< 0.200	< 0.200	< 0.200	< 0.200
Cadmio	mg/Lts	0.01	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Cromo	mg/Lts	0.05	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010
Cobre	mg/Lts	2.00	< 0.500	< 0.500	< 0.500	< 0.500	< 0.500	< 0.500	< 0.500
Fierro	mg/Lts	0.30	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100
Manganeso	mg/Lts	0.15	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100
Mercurio	mg/Lts	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Plomo	mg/Lts	0.025	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010
Zinc	mg/Lts	5.00	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100	< 0.100
Colif. Totales	NMP/100ml	2	19	14	2	31	154	100	30

En lo que se refiere a la calidad bacteriológica, aunque se ha encontrado la presencia de coniformes totales y fecales, los criterios de Calidad del Agua (OMS), señalan que estos niveles pueden ser tratados con desinfección, por lo que en la ciudad de Uruapan, se maneja un programa permanente de desinfección con cloro, lo que asegura el cumplimiento de la Norma Mexicana para uso y consumo humano.

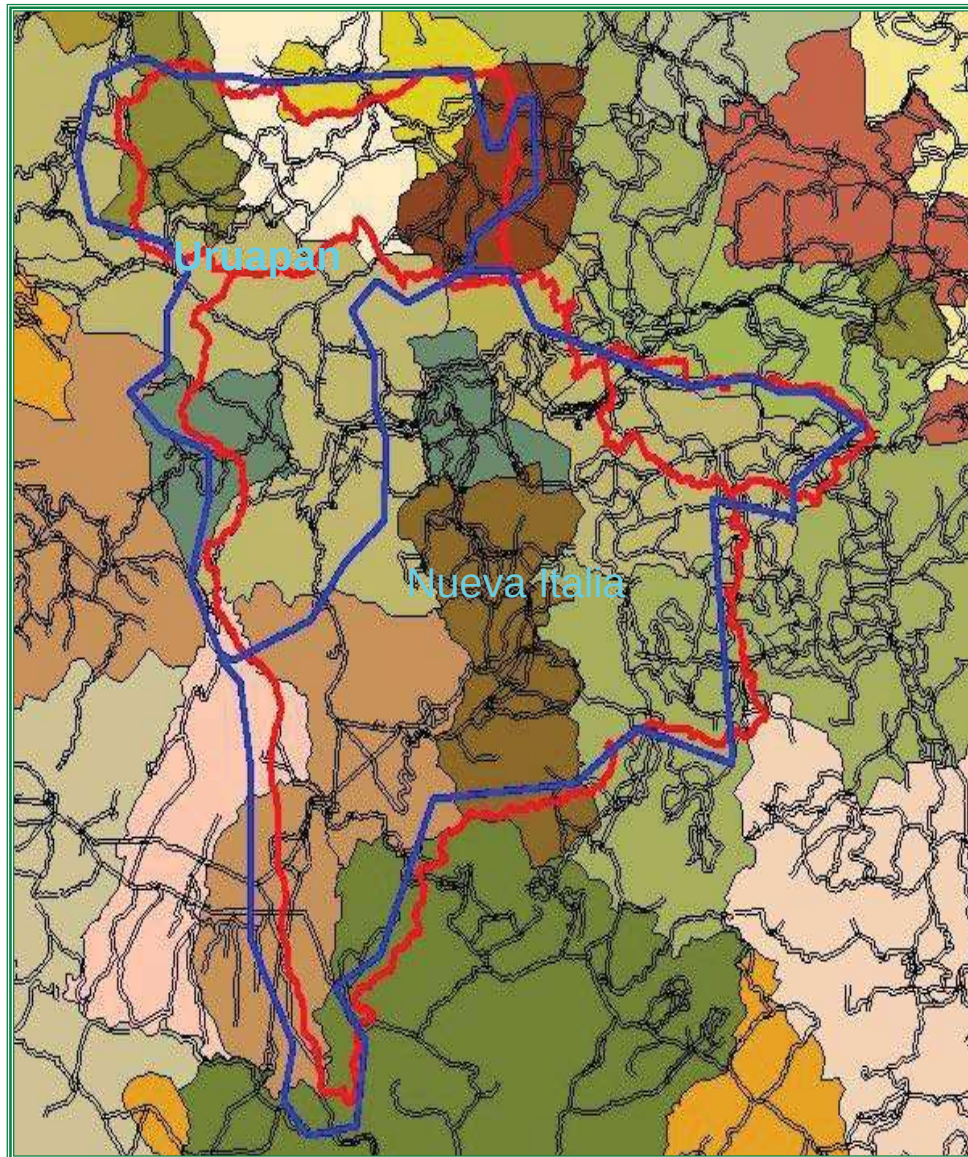
5.3 Hidrología subterránea

Dentro de los límites territoriales de la Región IV Balsas se incluyen 40 acuíferos que captan como recarga renovable un volumen de 3967 hm³/año, frente a una extracción de 1234 hm³/año, de donde se obtiene una diferencia que representa una reserva o disponibilidad de 2733 hm³/año.

De lo anterior se desprende que de la recarga total que captan los acuíferos de la Región, se utiliza aproximadamente el 31% y queda una disponibilidad de 69%, lo cual conduce a calificar la Región IV Balsas, desde el punto de vista de su balance geohidrológico cuantitativo, como una zona en condiciones generales de sub-explotación; sin embargo, existe la sobre-explotación de cuatro acuíferos (Alto Atoyac, Tecamachalco, Libres-Oriental y Tepalcingo-Axochiapan).

5.3.1 Acuíferos en la cuenca del río Cupatitzio.

En esta cuenca tenemos la presencia de dos acuíferos: “Uruapan” y “Nueva Italia” (Mapa 8).



Mapa 9. Límites de los acuíferos Uruapan y Nueva Italia

El Acuífero Uruapan se ubica en la porción occidental del Estado de Michoacán, esta cuenca geohidrológica tiene una superficie de $3,044.26 \text{ km}^2$, de los cuales $2,094.52 \text{ km}^2$ se considera como área de recarga y el resto 949.74 km^2 como área plana de extracción o descarga (Tabla 42).

Tabla 42. Participación municipal en el Acuífero “Uruapan”

Municipio	% de participación	Zona de disponibilidad
Ario	5	4
Charapan	30	4
Gabriel Zamora	5	2
Nahuatzen	40	2
Nuevo Parangaricutiro	90	2
Nuevo Urecho	10	4
Paracho	100	4
Salvador Escalante	35	3
Tancítaro	15	2
Taretán	100	4
Tingambato	65	3
Uruapan	80	2

Fuente: Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero “Uruapan”, Estado de Michoacán, CNA

El acuífero “Nueva Italia” se localiza dentro de la región “Tierra Caliente” (Tabla 43).

Tabla 43. Participación municipal en el acuífero “Nueva Italia”

Municipio	% de participación	Zona de disponibilidad
Apatzingan	15	2
Ario	32	4
Arteaga	5	4
Gabriel Zamora	75	2
La Huacana	25	4
Múgica	85	2
Nuevo Urecho	70	4
Parácuaro	70	2
Tancítaro	5	2
Tumbiscato	27	4
Uruapan	10	2

Fuente: Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero “Nueva Italia”, Estado de Michoacán, CNA

Con respecto a la situación administrativa de estos dos acuíferos, el 27 de junio de 1975 por decreto, se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la zona del Bajo Balsas, estableciendo veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de aguas del subsuelo en dicha zona.

El 20 de octubre de 1987, se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos y el aprovechamiento de las aguas del subsuelo para todos los municipios del Estado de Michoacán que no fueron considerados en los decretos anteriormente publicados.

5.3.2. Tipos de acuíferos y estudios efectuados

El intrusivo granítico de la región se considera de una porosidad y permeabilidad nula que funciona como una barrera impermeable al flujo subterráneo; se desconoce a la profundidad que se encuentra en el valle. Superficialmente presenta recarga al valle por medio de los fracturamientos que muestra. Las rocas volcánicas aflorantes en toda la región, se consideran de baja permeabilidad, presentando fracturamientos por donde se infiltra el agua, pudiendo aportar cierta recarga al valle en una proporción mínima, sin impedir el paso al flujo subterráneo.

En el acuífero “Nueva Italia”, debido a las precipitaciones que se presentan en el valle, el agua se infiltra y llega a fluir y brotar por medio de manantiales, los cuales se ubican al Este de Gabriel Zamora y Este de Nueva Italia.

En general, los acuíferos descargan a unidades hidrogeológicas adyacentes con niveles topográficos bastante más bajos localizadas al sur de la zona, por sus características geohidrológicas, los acuíferos son considerados como libres.

Parámetros hidráulicos (Pruebas de Bombeo)

Para conocer la transmisividad del acuífero se efectuaron 13 pruebas de bombeo de corta duración en pozos particulares, con la finalidad de conocer la capacidad que tiene el acuífero para almacenar y transmitir el agua. Para determinar la transmisividad del acuífero se recurrió a la interpretación de pruebas de bombeo, valiéndose del método de Jacob (Tabla 44).

Tabla 44. Resultados de pruebas de bombeo transmisividades en m²/s, acuífero de Nueva Italia

Nº de Pozo	Transmisividad			Gasto lps	Prof. Total M	*N.E. m	*N.D. M	Gasto (Qe)
	Abatimiento 10 ⁻³ m ² /día	Recuperación 10 ⁻³ m ² /día	Promedio 10 ⁻³ m ² /día					
11	7.34	5.46	6.4	95.4	120	29.48	46.32	5.67
27	3.09	3.51	3.3	77.7	120	29.50	45.30	4.9
33	2.77	2.2	2.5	60.6	82	14.96	39.51	2.47
37	5.20	5.13	5.2	67.35	75	17.81	33.47	4.32
47	8.92	S/D	8.9	107.3	150	34.6	45.12	10.2
49	8.14	7.37	7.7	55.6	70	22.95	30.39	9.4
58	S/D	2.48	2.48	57.8	60	17.59	38.55	2.76
59	8.72	22.0	15.36	48.1	70	45.03	51.07	7.96
74	2.78	6.22	4.5	40.8	90	16.47	25.37	4.6
94	7.32	5.56	6.4	82.0	100	41.56	50.92	8.76
110	17.61	16.72	17.1	91.4	70	18.85	27.19	10.96
117	7.59	6.0	6.7	101.6	80	18.86	32.05	7.7
138	3.72	4.89	8.6	29.9	54	37.68	44.21	4.58

Fuente: Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero "Nueva Italia", estado de Michoacán, CNA

*Nivel Estático

*Nivel Dinámico

Con respecto al acuífero "Uruapan" la información está limitada. Debido a que el estudio se realizó durante la temporada de lluvias, los pozos existentes no entran en operación sino hasta los primeros meses del año; por otro lado, como ya se mencionó, en muchos de ellos no se pudo recabar permiso para entrar ni siquiera a las fincas, debido a que los dueños no viven en el lugar; por último, en su mayoría en los pozos no hay espacio u orificio para introducir la sonda. Toda esta serie de motivos limitó severamente la posibilidad de escoger aprovechamientos para efectuar pruebas de bombeo. Dicha opción quedó reducida prácticamente a los pozos dedicados a uso industrial, llevándose a cabo pruebas en sólo tres aprovechamientos (Tabla 45).

Tabla 45 Resultados de pruebas de bombeo. Transmisividad en m²/s

No. POZO	Prof. (m)	*N.E. (m)	*N.D. (m)	Q (lps)	T m ² /s	Tiempo Hrs.	C.E. lps/m
13	127.70	6.00	58.90	9	4.4 x 10 ⁻⁴	1.5	0.17
8	125.00	55.00	65.03	14	4.3 x 10 ⁻³	6.0	1.40
8	55.00	6.83	39.02	1.7		3.0	0.05

Fuente: Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero "Uruapan", estado de Michoacán, CNA

* Nivel Estático

* Nivel Dinámico

Piezometría del Acuífero Uruapan (Tabla 46). **Piezometría del Acuífero Nueva Italia** (Tabla 47)

Tabla 46. Piezometrica del Acuífero “Uruapan”

No. pozo	Elevación brocal (msnm)	Prof. *N.E. (m)	Prof. *N.D. (m)	Elevación N.E. (msnm)
P-11	1608.824			
P-12	1599.021	2.25	80.00	1596.50
P-14	1607.522	3.60	54.00	1603.52
P-15	1606.309	55.00	65.00	1551.31
P-16	1614.437	6.83		1607.18
P-23	2219.732	80.00	140.00	
P-24	2161.629	70.00		2091.50
P-25	2195.622	80.00	140.00	2115.36
P-26	2199.284	59.00	102.00	2140.04
P-27	2100.823	45.00	84.00	2055.82
P-28	1609.841	42.00	60.30	1567.51
P-34	1589.975	16.00		1573.98
P-35	1590.817	6.00		1584.82
N-41	1598.902	2.18		1595.92
N-42	1604.063	2.66		1601.40

Fuente: Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero “Uruapan”, estado de Michoacán, CNA

* Nivel Estático

* Nivel Dinámico

Tabla 47. Piezométrica del Acuífero “Nueva Italia”

Clave	Prof. *N.E. (m)	Prof. *N.D. (m)	Clave	Prof. *N.E. (m)	Prof. *N.D. (m)
N-2	5.14		P-15	21.00	34.00
N-3	3.93		P-16	14.00	40.00
N-4	0.60		P-17	23.00	44.00
N-5	2.75		P-18	21.00	67.00
N-6	4.55		P-19	26.30	36.00
P-8	3.20		P-20	23.30	
P-9	6.10	80.00	P-21	22.30	
P-10	35.00		P-22	6.00	
P-11	32.54	46.30	P-23	30.10	
P-12	15.00	19.00	P-24	20.70	
P-13	14.00	27.00	P-27	29.50	47.64
P-14	21.00	31.00			

Fuente: Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero “Nueva Italia”, estado de Michoacán, CNA

* Nivel Estático

* Nivel Dinámico

Profundidad del nivel estático

Del análisis de las profundidades al nivel estático que presentan los aprovechamientos subterráneos se observa que se tienen valores de 5 metros en porción central del valle a 45 metros en la zona de mayor altitud.

Elevación del nivel estático

El acuífero “Nueva Italia”, analizando la elevación del nivel estático registrado por los aprovechamientos de la zona, se puede deducir que el movimiento del agua subterránea ocurre de norte a sur, de las estribaciones de la sierra que forma la Meseta Purépecha hacia el río Tepalcatepec o Grande, que funciona como nivel base.

Por lo que respecta al acuífero “Uruapan”, se deduce que el movimiento del agua tiene un comportamiento con dirección de noreste a suroeste, desde las estribaciones del Cerro La Cruz, pasando por la planicie donde se localiza el aeropuerto hasta el cauce del Río Cupatitzio. Al poniente de Nuevo San Juan Parangaricutiro, el sentido del flujo de agua subterránea es en general de noroeste a sureste.

Evolución del nivel estático

Por lo que respecta al acuífero “Nueva Italia”, después del último recorrido piezométrico realizado en el año de 1982, como parte de los trabajos ejecutados para el “Informe del Estudio Geohidrológico Cuantitativo de la Zona de Riego del Río Tepalcatepec (Llanos de Antúnez), Mich., esta zona ha sido poco estudiada, por lo que la información es escasa y sólo se puede contar con pocos datos de campo, los cuales resultan insuficientes para establecer de manera precisa la evolución piezométrica que ha ocurrido desde 1982. Lo mismo ocurre para el acuífero “Uruapan”.

Hidrogeoquímica y calidad de agua subterránea

La configuración de las curvas de igual valor de los índices determinados, proporcionó de una manera cualitativa los sentidos que sigue el flujo subterráneo, ya que el agua al circular por las diferentes formaciones geológicas, disuelve y arrastra en el sentido de escurrimiento a las sales solubles de las mismas. En la configuración de sólidos totales, se aprecia en las porciones central y occidental del área, un flujo general del agua subterránea proveniente del norte con dirección sur, que muestra la tendencia a converger hacia Uruapan y el cauce del Río Cupatitzio.

Curvas de igual concentración del calcio y del magnesio.- La presencia de calcio y magnesio en concentraciones mayores de 150 a 200 ppm, producen el efecto llamado dureza de las aguas. Las bajas concentraciones permiten calificar al agua subterránea de la región estudiada, como blanda, muy lejos de ser dura. Aunque la convergencia del flujo subterráneo en las porciones central y occidental del área, se marca hacia los manantiales principales de Uruapan, en el nacimiento del Cupatitzio y en general hacia su cauce, al sur; el flujo principal no proviene del norte, sino al parecer, más bien del noroeste y oeste. En la porción oriental del área, el flujo principal parece provenir del poniente y noroeste de Tejerías y del Cerro Colorado, respectivamente, para proseguir con rumbo sur hacia Taretán.

Curvas de igual concentración de los bicarbonatos.- En la configuración de los valores de este anión se confirma el esquema general del flujo subterráneo en ambas porciones del área, así como la presencia del parteaguas subterráneo coincidente con el meridiano 102° 00', a la altura de Tejerías.

En el acuífero "Nueva Italia" se observa que, en general, el tipo de aguas resultaron mixtas bicarbonatadas, con algunas excepciones locales que resultaron sodico-bicarbonatadas. La calidad del agua en ambos acuíferos se califica como excepcionalmente buena, tanto para uso doméstico como agropecuario e industrial, variando su contenido de sólidos totales disueltos de 156 a 988 ppm en los pozos y 199 a 515 ppm en los ríos.

5.3.3. Censo de aprovechamientos por uso y volumen extraído

En el acuífero “Nueva Italia”, se estima que existen aproximadamente 210 aprovechamientos distribuidos (Tabla 48 y 49).

Tabla 48 Aprovechamientos en el acuífero “Nueva Italia”

Uso	Número de Aprovechamiento	Porcentaje (%)	Volumen extraído (Mm ³)
Agrícola	140	66.67	29.494
Público urbano	70	33.33	14.747
Total	210	100.00	44.241

Fuente: Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero “Nueva Italia”, estado de Michoacán, CNA

Tabla 49. Aprovechamientos en el acuífero “Uruapan”.

Uso	No. de aprov.	%	Vol. extraído (Mm ³)
Agrícola	151	68.63	8.810
Público urbano	10	4.55	0.583
Servicios y otros	17	7.73	0.992
Industrial	42	19.09	2.450
Total:	220	100.00	12.835

Fuente: Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero “Uruapan”, estado de Michoacán, CNA

6. BALANCE HIDROLÓGICO

Con base a la norma oficial mexicana que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación de fecha 17 de abril del 2002 denominada como Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, Conservación del recurso agua- que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Su objetivo es establecer el método base para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales y subterráneas, para su explotación, uso o aprovechamiento.

Las especificaciones establecidas en el presente Norma Oficial Mexicana son de observancia obligatoria para la Comisión Nacional del Agua y para los usuarios que opten por realizar estudios para determinar la disponibilidad media anual de aguas nacionales.

En el caso particular la norma define a la Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica, como el volumen medio anual de agua subterránea que puede ser extraído de una unidad hidrogeológica para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas.

En el caso particular la definición de Disponibilidad media anual de agua superficial en una cuenca hidrológica, como el valor que resulta de la diferencia entre el volumen medio anual de escurrimiento de una cuenca hacia aguas abajo y el volumen anual actual comprometido aguas abajo.

La Norma define que la cuenca hidrológica es el territorio donde las aguas fluyen al mar a través de una red 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. La cuenca, conjuntamente con los acuíferos, constituyen la unidad de gestión del recurso hidráulico.

La Norma define que las especificaciones establecidas en la presente **NOM-011-CNA-2000** se deben aplicar en los estudios para determinar la disponibilidad media anual de aguas nacionales en cuencas hidrológicas y en unidades hidrogeológicas.

El método se considerará como el requerimiento técnico mínimo obligatorio y no excluye la aplicación adicional de métodos complementarios o alternos más complicados y precisos, cuando la información disponible así lo permita, en cuyo caso la Comisión revisará conjuntamente con los usuarios y determinará cuáles son los resultados que prevalecen.

En caso de que existan discrepancias entre los resultados obtenidos por la Comisión y los usuarios, los estudios realizados se someterán a dictamen dentro del Comité Consultivo Nacional de Normalización del Sector Agua, que determinará entonces los valores definitivos. Con base en esta Norma Oficial la Comisión Nacional del Agua ha realizó los balances hidrológicos para la cuenca del Río Cupatitzio e hidrogeológicos para los acuíferos de Uruapan y Nueva Italia.

6.1 Disponibilidad de aguas superficiales

Considerando la información hidrológica que se tiene para cuenca del río Cupatitzio y con base en la NOM-011-CNA-2000 se tiene una primera estimación de la disponibilidad media anual de aguas superficiales y utiliza como estación de control a la Estación Hidrométrica de la Pastoría.

La norma define que la disponibilidad de agua superficial se determina en el cauce principal en la salida de la cuenca hidrológica, y esta dada por la siguiente expresión:

Disponibilidad media anual de agua superficial en la cuenca hidrológica	=	Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo	-	Volumen anual actual comprometido aguas abajo
128 Hm³	=	757 Hm³	-	629 Hm³

El volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo del sitio de interés de la expresión anterior puede ser evaluado con la siguiente expresión:

Volumen medio anual escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo		Volumen medio anual de escurrimiento desde la cuenca aguas arriba		Volumen medio anual de escurrimiento natural		Volumen anual de retornos		Volumen anual de importaciones		Volumen anual de exportaciones		Volumen anual de extracción de agua superficial
757 Hm ³	=	0 Hm ³	+	1,202 Hm ³	+	0 Hm ³	+	0 Hm ³	-	0 Hm ³	-	445 Hm ³

Con base en la anterior se define que existe una disponibilidad de aguas superficiales en la cuenca del Río Cupatitzio del orden de los 128 millones de metros cúbicos de aguas superficiales.

Sin embargo, generando un análisis del agua que se produce en la cuenca con la utilizada y o comprometida y realizando el cociente entre estos, se observa que en la cuenca del Río Cupatitzio actualmente se utiliza el 89% del agua superficial, por lo cual la Comisión Nacional del Agua la define como una cuenca con déficit de aguas superficiales.

6.2 Disponibilidad de aguas subterráneas

Para la determinación de la disponibilidad media anual de agua subterránea en los acuíferos de Uruapan y Nueva Italia se utilizó la metodología definida en la NOM 011-CNA-2000. Dicha determinación fue publicada en el Diario Oficial de la Federación con fecha 31 de enero del 2003. El resumen de dicha publicación para los acuíferos de Uruapan y Nueva Italia se presentan en la tabla 6.2.1, información que incluye la recarga total media anual de los dos acuíferos, la descarga natural comprometida en cada uno de ellos, así como los aprovechamientos que de aguas subterráneas se tiene en el Registro Publico de Derechos de Agua (REPDA) y finalmente la disponibilidad de agua subterránea que se tiene en cada uno de ellos, conforme a la NOM-011-CNA-2000.

Existe un documento para cada uno de los acuíferos donde se define el marco físico del agua subterránea y que respaldan la publicación de la disponibilidad del agua en los acuíferos de Nueva Italia y Uruapan (CNA 2002a, CNA 2002b).

6.2.1 Acuífero "Nueva Italia"

Entradas.

Están representadas en parte por el flujo subterráneo horizontal (R_{fhz}), proveniente de la infiltración de los volúmenes de agua que desciende de las zonas montañosas de la Meseta Purépecha localizada al norte de la zona de estudio, se estima que son alrededor de 55.0 mm^3 anuales lo que recibe el acuífero como producto del flujo subterráneo. En cuanto a la recarga vertical que recibe el acuífero (R_v), se considera como incógnita por ser el parámetro más inconsistente en su determinación, siendo necesario considerar para su determinación, la producción anual que tienen dos manantiales conocidos, que son originados por la infiltración que ocurre al norte de la zona, específicamente en la Meseta Purépecha. Por lo tanto: ($r_v = R_v + 0.283$), siendo 0.283 mm^3 el volumen que representa la recarga mínima que reciben las formaciones basálticas que circundan el valle. El acuífero, además, recibe una importante alimentación inducida por el desarrollo agrícola, originada por las pérdidas en los canales de riego no revestidos y por la infiltración de excedentes de riego.

Salidas. Descargas Naturales (S_m).

Como salidas del acuífero se consideraron las descargas por manantiales, que en conjunto producen un gasto de 9 l/s , lo cual representa un volumen anual producido del orden de 0.283 Mm^3 .

Bombeo (S_b).

Con fundamento en el historial administrativo de la Subgerencia de Ingeniería, se establece que la extracción total que ha sido solicitada durante los últimos años para 210 aprovechamientos subterráneos, es del orden de $44.241 \text{ mm}^3/\text{año}$.

Flujo Subterráneo (Sfs).

La situación piezométrica actual nos indica que el flujo subterráneo en exceso es drenado por el río Tepalcatepec, siendo la magnitud de esta descarga del orden de $55 \text{ mm}^3/\text{año}$. La recarga total media anual, corresponde con la suma de todos volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural más la recarga inducida, que para el acuífero Nueva Italia es de 99.523 millones de metros cúbicos por año ($\text{mm}^3/\text{año}$).

6.2.2 Acuífero "Uruapan"

Entradas.

La recarga natural del acuífero es producto principalmente de la infiltración provocada por las fuertes lluvias que se presentan en la región. Debido a las buenas condiciones de permeabilidad de gran parte de los materiales que cubren la Meseta, la mayor proporción del agua precipitada en la zona se infiltra y se drena verticalmente hasta llegar a constituir acuíferos o bien hasta manifestarse en forma de manantiales en puntos topográficamente más bajos.

Salidas.

Evapotranspiración. En esta unidad hidrogeológica se consideró el despreñar las pérdidas por evapotranspiración, ya que no existen zonas donde los niveles estáticos sean muy someros (0 - 3 m).

Descargas Naturales.

Las marcadas diferencias de permeabilidad ocasionan el afloramiento de importantes manantiales, como los que dan origen al río Cupatitzio en Uruapan; Para el caso de este acuífero se consideraron como descargas del mismo, con una producción anual del orden de 29.5 mm^3 .

Bombeo.

Con fundamento en el historial administrativo de la Subgerencia de Ingeniería, se establece que la extracción total a través de 220 aprovechamientos, es del orden de 12.835 Mm³/año (Sb = 12.835 mm³/año).

Flujo Subterráneo.

En la porción sureste de Uruapan el movimiento del agua subterránea en forma general, es de noreste a suroeste, desde las estribaciones del Cerro La Cruz hasta el cauce del Río Cupatitzio y al poniente de San Juan Parangaricutiro el sentido del flujo subterráneo es de noroeste a sureste, descargando en forma general hacia otras unidades hidrogeológicas adyacentes con niveles topográficos bastante más bajos, localizadas hacia el sur de la zona de estudio, la descarga es del orden de 55.0 mm³/año. La recarga total media anual de los dos acuíferos así como la disponibilidad de agua en ellos se muestra en la siguiente tabla 50.

Tabla 50. Recarga total media anual y disponibilidad de aguas subterráneas

Acuífero	Recarga total media anual (Mm ³ /año).	Descarga natural comprometida Mm ³ /año	Volumen total de agua subterránea concesionada e inscrito en el REPDA* Mm ³ /año	Disponibilidad de agua subterránea (m ³)
Uruapan	97,335	29.5	17,352,292	50,482,708
Nueva Italia	99.523	0.283	0.283	94,212,991

* Al 30 de abril de 2002

Fuente: Diario Oficial de la federación de fecha 31 de enero del 2003.

7. USOS DEL AGUA

A continuación se muestran los aprovechamientos registrados en los municipios de la Cuenca.

Tabla 51. Aprovechamientos superficiales y subterráneos en los municipios de la cuenca.

Municipio	Aprovechamiento	Títulos	Volumen (m ³)
Ario	Superficiales	335	89,305,792.88
	Subterráneas	13	1,014,291.00
Gabriel Zamora	Superficiales	26	633,051.00
	Subterráneas	1	60,000.00
La Huacana	Superficiales	4	5,752,464.00
	Subterráneas	0	0
Múgica	Superficiales	5	4,766,976.00
	Subterráneas	22	3,252,920.00
Nahuatzen	Superficiales	0	0
	Subterráneas	1	438,000.00
Nuevo Parangaricutiro	Superficiales	47	8,317,372.40
	Subterráneas	18	1,776,576.33
Nuevo Urecho	Superficiales	81	73,831,560.50
	Subterráneas	0	0
Salvador Escalante	Superficiales	162	16,564,504.58
	Subterráneas	16	1,481,718.50
Tacámbaro	Superficiales	0	0
	Subterráneas	5	536,102.00
Taretán	Superficiales	184	69,298,303.92
	Subterráneas	2	308,448.00
Tingambato	Superficiales	24	908,991.9
	Subterráneas	5	113,904.00
Uruapan	Superficiales	331	1,102,410,548.00
	Subterráneas	134	15,748,692.59
Ziracuaretiro	Superficiales	195	43,099,280.37
	Subterráneas	3	465,103.8
Resumen	Superficiales	1,394	1,414,888,845.00
	Subterráneas	220	25,195,756.00

7.1 Agrícola

Como se puede apreciar en la Figura 13, el mayor consumo de agua se realiza en la agricultura.

Censos de aprovechamientos

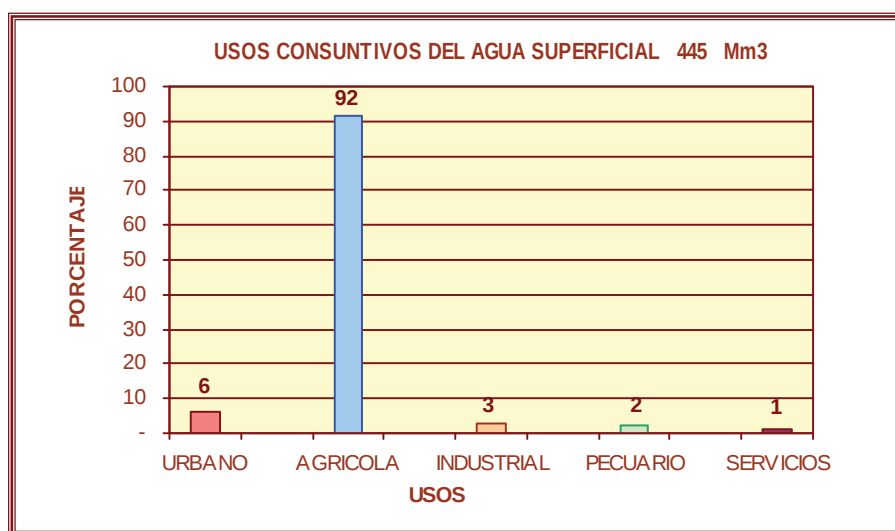


Figura 13. Usos del agua por sector

La superficie aproximada que se dedica a la agricultura es de 146,617 Ha, destacando Múgica con el mayor número de la superficie (10% del la superficie de labor). El crecimiento no controlado de la frontera agrícola bajo riego, aunado a la precaria infraestructura hidráulica utilizada para transportar y distribuir el agua, ha propiciado un marcado desequilibrio entre la oferta y la demanda. Además, los métodos de riego por demanda libre no controlada, que aplican los usuarios, agravan aún más la problemática situación de escasez del vital líquido (Tabla 52).

Tabla 52. Superficie de labor por disponibilidad de agua

Municipio	Superficie de labor por disponibilidad de agua			
	Hectáreas			
	Riego	Temporal	Riego y temporal	Total
Ario	907	19,158	5,055	25,120
Gabriel Zamora	5,980	879	2,997	9,856
La Huacana	1,199	18,007	4,105	23,311
Múgica	14,204	63	277	14,544
Nuevo Parangaricutiro	1,517	2,571	433	4,521
Nuevo Urecho	3,251	797	3,563	7,611
Salvador Escalante	496	18,467	7,866	28,829
Taretán	1,741	325	3,337	5,403
Tingambato	97	4,273	170	4,540
Uruapan	5,513	10,246	3,102	18,861
Ziracuaretiro	1,110	1,118	1,790	4,021
T o t a l	36,015.00	75,904.00	32,695.00	146,617.00

Dentro de la cuenca, se tiene el sistema de riego Cupatitzio-Cajones, que comprende tres módulos del Distrito de Riego 097 “Lázaro Cárdenas”, con una superficie inicial del orden de 18,000 hectáreas y se encuentra ubicado en los municipios de Gabriel Zamora, Nueva Italia y Parácuaro, es decir, en la parte baja de la cuenca (Tabla 53).

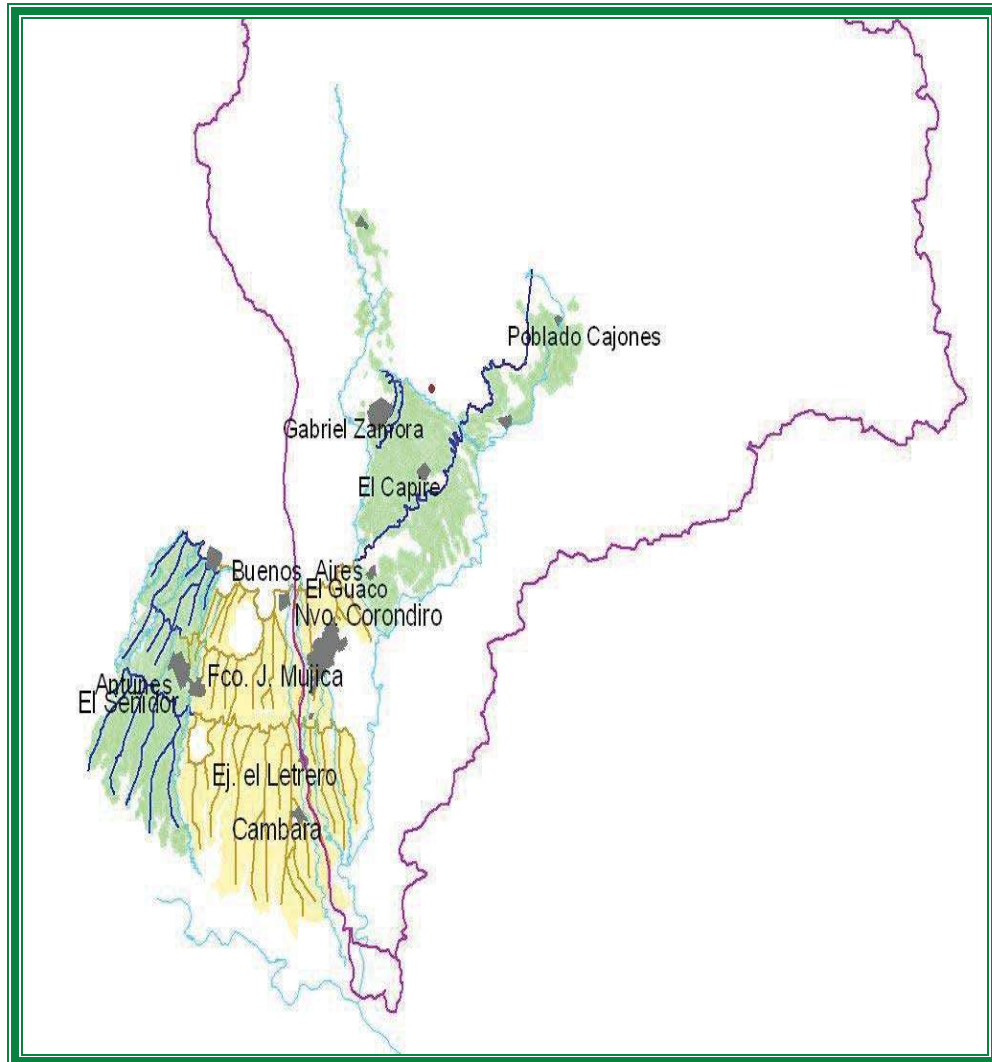
El Sistema Cupatitzio-Cajones aprovecha los escurrimientos de aguas broncas del río Cajones, derivando 8 m³/s que se conducen a través del Canal Cajones hacia la primera Unidad del Distrito de Riego (Módulos 1, 2 y 3); además de los excedentes del sistema hidroeléctrico “El Cobano” del orden de 12 m³/s, que se integran al sistema en el Kilómetro 12 del mismo canal, disponiéndose en total de 20 m³/s para una superficie de 24,294 Ha.

Al pasar de los años los agricultores han venido incrementando la superficie bajo riego y se estima que actualmente son del orden de 30,000 hectáreas las que se riegan con el agua procedente de los ríos Cupatitzio y Cajones.

Tabla 53. Características generales de los Módulos de Riego, D. R. 097

MODULO	Número de Usuarios	Hectáreas beneficiadas
MODULO N° 1 Asociación de Usuarios de Riego Lombardía, A. C.	1,160	5,487
MODULO N° 2 Asociación de Usuarios de Riego J. Trinidad Pérez Navarro, A. C.	1,515	8,551
MODULO N° 3 Asociación de Usuarios de Riego Benito Juárez, A. C.	878	5,133
TOTAL	3,553	19,171

Por la localización geográfica que tienen los módulos del sistema Cupatitzio-Cajones, con respecto a las fuentes de abastecimiento, se ha generado una lucha por la cantidad y la oportunidad en el uso del agua.



Mapa 10. Ubicación del Sistema Cupatitzio – Cajones en la cuenca del río Cupatitzio.

El 80% ($6.35 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$) de los volúmenes extraídos por los pozos fue para la agricultura, específicamente al riego de huertas de aguacate; el 19% ($1.31 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$) a la industria y el restaurante, 1% ($0.07 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$) a usos domésticos. Del volumen derivado de los manantiales, el 85% ($25.2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$) se dedicó al abastecimiento de agua potable de las poblaciones, destacando las derivaciones a Uruapan con $1.47 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$ (Figura 14).

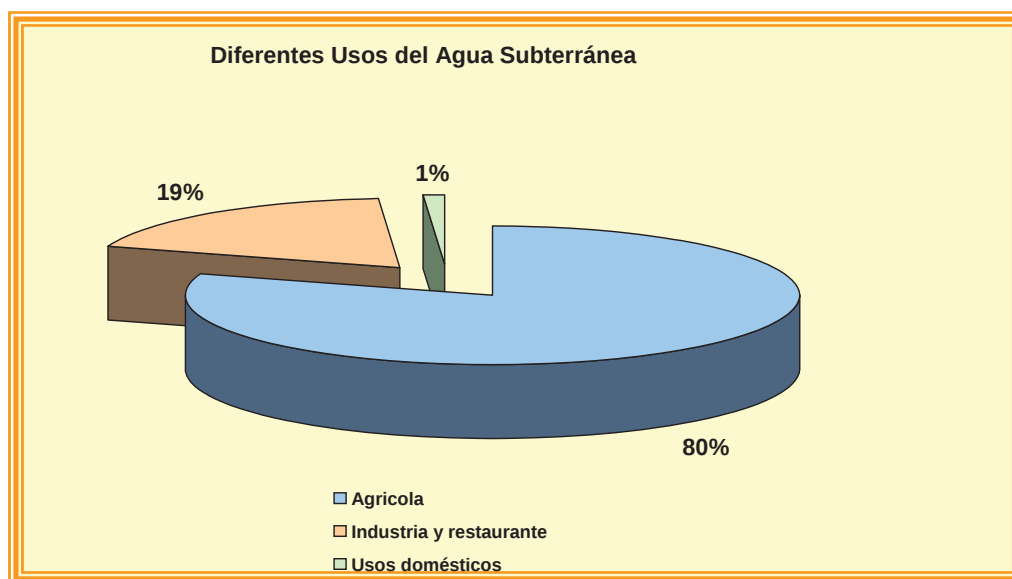


Figura 14. Diferentes usos del agua subterránea.

Dentro del acuífero de Nueva Italia, se encuentran los Módulos No. 1, 2 "J. Trinidad Pérez Navarro (Cuatro Caminos) y parte del Módulo 5 "Parácuaro", que pertenecen al Distrito de Riego No. 097-"Gral. Lázaro Cárdenas". Los principales usuarios del agua subterránea en este acuífero, son los productores agrícolas del Valle de Nueva Italia que representan el 75.1% de la extracción del acuífero y en segundo término se encuentran los Organismos Operadores y Comités de Agua Potable, que representa el 24.9 de la extracción en el acuífero.

7.2 Uso público urbano

7.2.1 Abastecimiento de agua a la población de Uruapan

La principal fuente de abastecimiento de agua potable, es un sistema de nueve manantiales de origen volcánico, cuyo gasto bruto es de 5,660 lps. De este total 1,200 lps se aprovechan para el suministro de agua potable, el resto se incorpora al río Cupatitzio con destino a otros usos fuera de la ciudad. El 31% se distribuye por bombeo. Actualmente, la cobertura del servicio de agua potable en la ciudad alcanza al 98% de la población.

Para efectos de la distribución del agua potable y alejamiento de aguas negras, la Ciudad de Uruapan se encuentra dividida, dadas sus condiciones topográficas, en dos zonas de atención: Oriente y Poniente. La Zona Oriente de la ciudad cuenta actualmente con una población de 131,240 habitantes, distribuidos en 92 colonias. El sistema de alcantarillado de la Ciudad de Uruapan tiene una cobertura del 80%, está conformado por 757.5 Km. de tuberías de atarjeas, colectores y subcolectores. Su construcción data de 1960, siendo el concreto el material predominante de las tuberías. Se genera en la ciudad un gasto de agua residual de 915 lps, de los cuales reciben tratamiento únicamente 248 lps.

No obstante que se cuenta con esta infraestructura de acopio y alejamiento de aguas residuales, la Zona Oriente de la ciudad se ha caracterizado en los últimos años por considerarse como la zona de crecimiento y realización de desarrollos habitacionales que dan cabida a las necesidades de vivienda propias del crecimiento poblacional. En 1998 se llevó a cabo la construcción de 3.5 km del Colector Santa Bárbara y en 1999 se realizaron las obras de construcción de la PTAR Santa Bárbara, la cual fue puesta en operación en febrero del 2000, con dos módulos de tratamiento, con capacidad de 210 lps cada uno.

El uso público urbano utiliza en la cuenca del río Cupatitzio un volumen anual de agua superficial de 49 millones de metros de los cuáles 76% para abastecimiento al principal centro de población que se ubican en la ciudad de Uruapan. El resto de las localidades ubicadas en la cuenca utiliza un volumen de agua superficial de 11.70 millones de metros cúbicos al año.

Saneamiento de aguas residuales

La Planta de Tratamiento de aguas residuales Santa Bárbara, se terminó de construir en el año 2000; debido a la falta de colectores que abastezcan de agua residual, ésta no ha trabajado a su completa capacidad. En la medida que se ha avanzado en la construcción de colectores, se ha incrementado el gasto tratado año con año. Actualmente se opera al 50 % de su capacidad.

De acuerdo a los proyectos de saneamiento, se espera llegue a su capacidad en un horizonte de dos años, esto es hacia finales del 2006.

7.2.2 Comportamiento de organismos operadores de la cuenca

Por lo general, todos los municipios cuentan con un Organismo Operador descentralizado del gobierno municipal, aunque administrativamente, en la realidad dependan de éste.

Por lo tanto, se tiene una dinámica de seguimiento de proyectos trianual, con la consecuente pérdida de continuidad de los proyectos de abastecimiento, alcantarillado y saneamiento.

Al ser ocupados los puestos por personas de la región, se tiene un conocimiento general, pero poco profundo de las condiciones del sistema, conocimiento que se va dando al avanzar el tiempo pero se pierde con el cambio de las administraciones municipales al cambiar a los directores de los OOAPAS.

Por parte de los gobiernos estatal y federal, sobre todo del primero, se han hecho esfuerzos de profesionalizar la administración del sector, aunque los resultados son parciales por la dinámica mencionada, se tienen algunos avances.

Respecto al abastecimiento de agua potable en general se tiene un nivel aceptable de cobertura, predominando las fuentes superficiales de abastecimiento; resaltan en atraso, Múgica y Gabriel Zamora, esta última cuenta con un proyecto de abastecimiento que no ha sido aprobado por la autoridad competente, ya que resulta en primera instancia poco probable de realizarse. Este proyecto contempla el aprovechamiento de las aguas superficiales de la Tzararacuita, y su conducción por cerca de 40 kilómetros. En Múgica se localiza la única planta potabilizadora de la cuenca.

Ningún municipio cuenta con macro medición, por lo que la estimación de la cantidad de agua aprovechada se hace por medio de estimaciones empíricas, o, cuando se cuenta, por la capacidad y horario de bombeo. Con la excepción de la Huacana, ninguna población cuenta con micro medición; en Uruapan, se cuenta con micromedición total únicamente para los usuarios de servicios e industrial, de esta manera, es difícil medir las eficiencias de los Organismos Operadores, así como el impacto de las campañas de ahorro del líquido, planeación de los proyectos de saneamiento, etc.

En cuanto al control de la calidad del agua potable, la cual se realiza en parte por la Secretaría de Salud, el CEAC y la CONAGUA, los análisis se reducen al monitoreo de cloro residual en tomas domiciliarias, no siempre cumpliéndose con lo señalado en la NOM-127-SSA1-1996. Aunque por lo general, se tiene conciencia por parte de los Organismos Operadores de la importancia de la desinfección del agua de abastecimiento, esta falla por diversos factores como son la incipiente tecnología de aplicación de cloro, la falta de conocimientos de los operadores, el abastecimiento errático del reactivo, etc. De los demás parámetros de calidad del agua se desconoce su comportamiento.

Es común el rezago en los sistemas de alcantarillado en los municipios de la cuenca, es aún visible los arroyos de aguas negras en las calles de las poblaciones, y la utilización de barrancas para la descarga de aguas residuales. Salvo los proyectos con que se cuentan en las ciudades de Uruapan, Múgica y la Huacana, no existen proyectos de saneamiento para las demás poblaciones de la cuenca. Como se ha mencionado, la única planta de tratamiento de aguas residuales en operación es la de Uruapan, la cual trata alrededor de 200 litros por segundo.

7.2.3 Alcantarillado y saneamiento

Dentro de la Cuenca del Río Cupatitzio, el municipio que presenta mayor volumen de agua contaminada es el municipio de Uruapan con un volumen del orden de los 2.35 millones de m³ anual (Tabla 54).

Tabla 54. Volumen de descargas estimadas para los municipios de la Cuenca del Río Cupatitzio

Municipio	Volumen Diario m³	Volumen Anual m³
Ario de Rosales	2,401.82	876,664.30
Gabriel Zamora	1,222.83	431,079.40
La Huacana	1,762.00	643,130.00
Múgica	4,273.45	1'543,708.85
Nuevo Parangaricutiro	1,864.69	680,221.85
Nuevo Urecho	236.55	71,083.25
Salvador Escalante	1,681.49	612,573.15
Taretán	26,43.83	3'989,900.85
Tingambato	829.44	302,745.60
Uruapan	64,519.38	23'519,222.91
Ziracuaretiro	423.40	154,480.75
Total	105,258.88	32'824,810.91

Los principales cuerpos receptores de aguas residuales son los ríos, arroyos, cañada, canales y barrancas (Tabla 55).

Tabla 55. Cuerpos receptores de las descargas inventariadas de los municipios de la cuenca

Cuerpos receptores	Número de descargas	Volumen Diario m³	Volumen Anual m³
Arroyos	22	18,685.02	6'794,675.30
Barrancas	7	3,162.24	1'154,217.60
Canales	9	1,872.15	637,564.70
Cañadas	2	4,203.49	1'533,431.45
Ríos	19	52,088.43	18,999,632.35
Disposición al suelo	48	25,247.55	3'705,289.51

Dentro de los usos del agua, el que más contamina en la cuenca, es el uso municipal que desecha 23.9 millones de m³ por año, seguido del uso industrial con un volumen anual de agua de 6.5 millones de m³, además del agropecuario y de servicios como lo indica (Tabla 56).

Tabla 56. Orígenes de las descargas inventariadas de los municipios de la cuenca

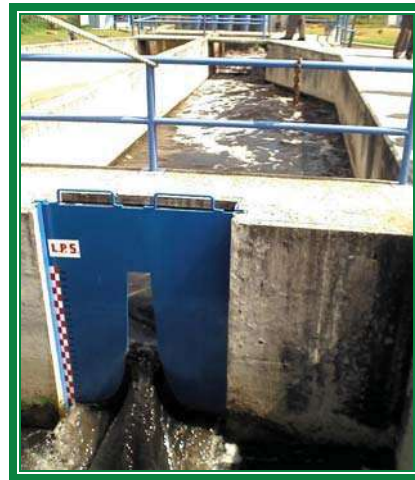
Origen	Número de descargas	Volumen Diario m ³	Volumen Anual m ³
Agropecuaria	4	6,277.51	2'291,291.15
Municipal	26	65,492.41	23'904,729.65
Proceso industrial	21	33,184.27	6'518,730.00
Servicios	56	304,.69	110,060.11

Para el saneamiento de las aguas, el único municipio que cuenta con infraestructura es el Uruapan, que tiene con una planta para el tratamiento y que de los 732 m³ que recolecta de aguas negras, solo trata el 27.32% de estas (Tabla 57).

Tabla 57 Generación de aguas residuales y coberturas de drenaje en los municipios de la cuenca

Municipio y/o localidad	Generación de agua residual total (lps)	Agua residual colectada (m ³)	Servicio de drenaje, Agua residual colectada	Número de descargas	Cuerpo receptor
Ario de Rosales	20.24	19.23	95%	9	Río Tzintzongo
La Huacana	27.5	26.18	95%	5	Río Huamito
Taretán	9.89	8.9	90%	20	A. Conclutiro Río Acumbaro
Nuevo Urecho	2.76	2.48	90%	2	A. Los Zapotes
Ziracuaretiro	4.56	3.88	85%	4	Río Ziracuaretiro y Río Zapote
Múgica	102.75	82.2	80%		
Nuevo Parangaricutiro	19.5	15.6	80%	2	Río Los Conejos
Uruapan	915	732	80%	inum	Río Cupatitzio Río Santa Bárbara
Total	1,102.2	890.47			

En cuanto al tratamiento de las aguas residuales de origen Urbano, la cuenca genera aproximadamente 1,100 lps. En la cuenca se cuenta solamente con capacidad instalada para el tratamiento de 468 lps, de los cuales solo se trata alrededor de 218 lps; podemos apreciar el rezago que existe en este rubro. Además esta generación de contaminación limita la utilización segura del recurso, en cualquiera de los usos que se le pretenda dar, incluso el de generación de energía eléctrica, pero sobretodo en el agrícola y abastecimiento público.



Detalles de la Planta de tratamiento de aguas residuales Santa Bárbara, Uruapan, Michoacán

7.3 Uso industrial

El uso industrial utiliza un volumen anual de aguas superficiales de 4.96 millones de metros cúbicos

El volumen por pozos en el acuífero de Uruapan es de $1.31 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$ que representa el 19% del total de extracción en el acuífero.

7.4 Uso pecuario

El uso pecuario utiliza un volumen anual de aguas superficiales de 3.57 millones de metros cúbicos. Este uso tiene un gasto importante sobre todo el que se utiliza en los rastros municipales.

7.5 Uso acuícola

El inicio de un desarrollo importante de la acuicultura en la cuenca, se puede establecer en el año 1986, con la instalación de dos granjas acuícolas: la del Parque Nacional “Barranca del Cupatitzio”, y la “Alberca”, las cuales actualmente siguen siendo ejemplo de desarrollo de las unidades de producción en la zona.

Actualmente se cuenta con 42 granjas, las cuales suman 74.5 hectáreas de superficie de cultivo en total; de éstas, las de mayor producción son aquellas que utilizan un sistema intensivo de producción, en superficies pequeñas, con estanquería de cemento y altos flujos de agua, de hasta $1.6 \text{ m}^3/\text{s}$, obteniéndose una producción estimada de 290 toneladas anuales.

Las especies que son sujetas de cultivo son la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), en 16 unidades de producción, en 15 de ellas se lleva a cabo por medio de cultivo intensivo, con alto nivel de desarrollo tecnológico.

Otra de las especies importantes es la tilapia (*Oreochromis niloticus*) la cual es cultivada en forma semi-intensiva e intensiva, utilizándose estanques de cemento y de tierra de medianas a grandes dimensiones; se cuenta con 22 unidades de cultivo, en tres de ellas se cultiva también bagre (*Ictalurus punctatus*) y bagre del balsas (*Ictalurus balsanus*). El cultivo de la tilapia se realiza a temperaturas de 20 a 30 °C, en altitudes de los 464 msnm hasta los 1,400 msnm.

Se cuenta en la cuenca con una granja de langosta australiana (*Cherax quadrinatus*), cuyo desarrollo es bajo ya que al cultivarse a 19 °C, se está por debajo de sus requerimientos óptimos de temperatura (24 °C). Se cuenta asimismo, con una granja de peces de ornato, la cual debido a la poca agua con que dispone no ha podido incrementar su producción.

El flujo total de agua aprovechado en la cuenca para la producción acuícola es de 1,610 litros por segundo. Siendo una actividad con poco consumo de agua (entre un 15 y 10 %), reducida o controlable contaminación, productos de alto valor nutritivo. Se estima que esta actividad cuenta con amplias posibilidades de desarrollo en la cuenca dadas las condiciones de disponibilidad de agua (Figura 15).

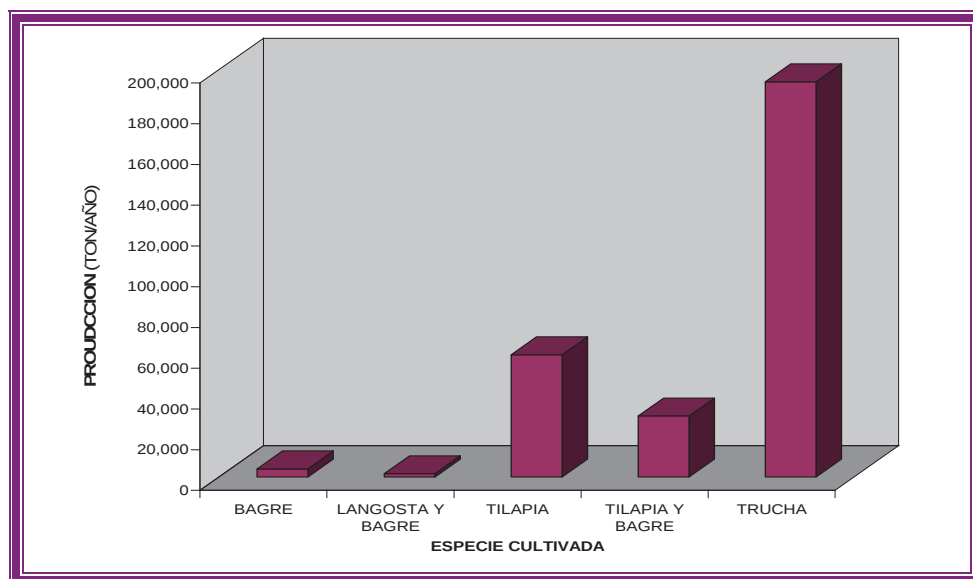


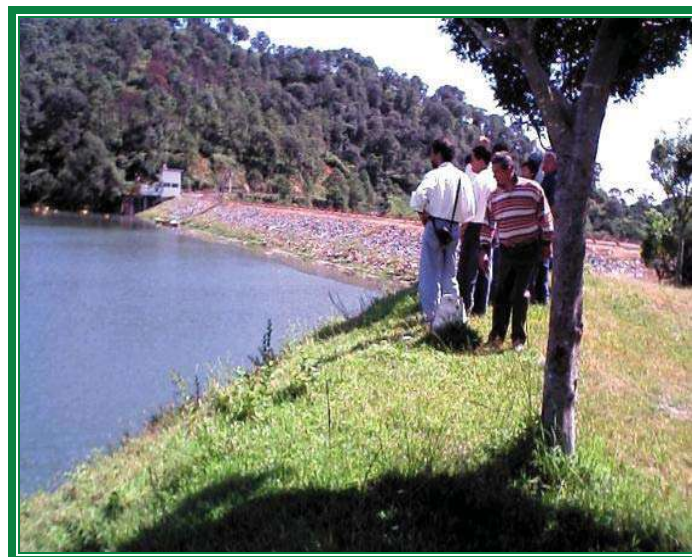
Figura 15. Producción acuícola en al Cuenca del Río Cupatitzio.

Se considera que el potencial de desarrollo de esta actividad es muy grande, debido a la gran cantidad de manantiales que existen en la cuenca. El consumo o pérdida de agua, en relación al agua utilizada en la producción acuícola, es marginal, entre un 10 a un 15 %, siendo el agua regresada para su utilización en actividades agrícolas.

Es importante el impulso de esta actividad ya que es generadora de empleo, de desarrollo de comunidades con alto grado de marginación, de alimento con alto contenido nutrimental y de calidad. Las autoridades federales y estatales, a través de programas productivos, pueden apoyar a aquellos productores que cuenten con los recursos necesarios (agua y terreno), y en lugares donde no existan graves conflictos con el agua, con el objeto de hacer una utilización más eficiente de este recurso.

7.6 Generación de energía eléctrica

En la zona de estudio, se cuenta con tres centrales hidroeléctricas, en orden cronológico, por las fechas de construcción: Zumpimito, El Cóbano y Cupatitzio, las cuales forman parte de la Subgerencia Regional de Generación Hidroeléctrica Balsas Santiago.



Presa de almacenamiento Cupatitzio.

Central Hidroeléctrica Zumpimito

Se localiza en el poblado del mismo nombre, al sur de la ciudad de Uruapan, Mich., cuenta con dos presas derivadoras, sobre el Río Cupatitzio y sobre el Santa Bárbara, el canal de conducción Zumpimito tiene una longitud de 3 600 m, 3 vertedores de cresta ancha y 5 desarenadores. El canal de conducción Santa Bárbara tiene 2 929 m de longitud, 3 vertedores de cresta ancha y 3 desarenadores. El tanque regulador tiene una capacidad de 36 000 m³ y cuenta con un vertedor de demasías de 10 m³/s de capacidad. Se ubica en las coordenadas 19° 21' 26.4" N y 102° 04' 13.68" O (UTM 807 774 E, 2 142 975 N).

Central Hidroeléctrica El Cóbano

Se encuentra localizada a 42 km de Uruapan, Mich., aproximadamente a 8 km de la población de Gabriel Zamora, Mich., tiene un canal de conducción de 19 325 m de longitud, tanques de regulación Puerto Alto y Coronado con una capacidad de 81 000 m³ y tubería de presión de estos a Casa de Máquinas. Cuenta con una presa reguladora en Jicalán con una longitud de la corona de 86,30 m y un vertedor de excedencias conformado por 8 compuertas radiales, 6 vertedoras y dos desarenadoras, de 3,85 x 6,20 m y 3,40 x 4,00 m respectivamente. La derivación máxima es de 20 m³/s y el gasto máximo de descarga de diseño es de 520m³/s. Adicionalmente se cuenta con una derivación en los Tanques Atuto, km 8+550 para 3,00 m³/s. El acceso al túnel de casa de máquinas se ubica en las coordenadas 19° 09 ' 56.4" N y 102° 00' 44.4" O (UTM 814 250 E, 2 121 850 N) y el desfogue en las coordenadas 19° 09 ' 53.58" N y 102° 00' 45.36" O (UTM 814 226 E, 2 121 762 N) .

Central Hidroeléctrica Cupatitzio

Se encuentra localizada a 23 Km. de Uruapan, Mich., a 2,6 Km. del poblado de Charapendo, municipio de Gabriel Zamora, Mich., cuenta con una presa con capacidad útil original de 6,2 x 106 m³ y una capacidad real al año 2000 de 2,0 x 106 m³. La altura de la cortina es de 76,50 m, tiene un vertedor de excedencias de perfil creager de cresta ancha de 68,00 m de ancho y un tirante de 1 371,50 m.s.n.m. con un gasto máximo descarga de diseño de 500 m³/s.

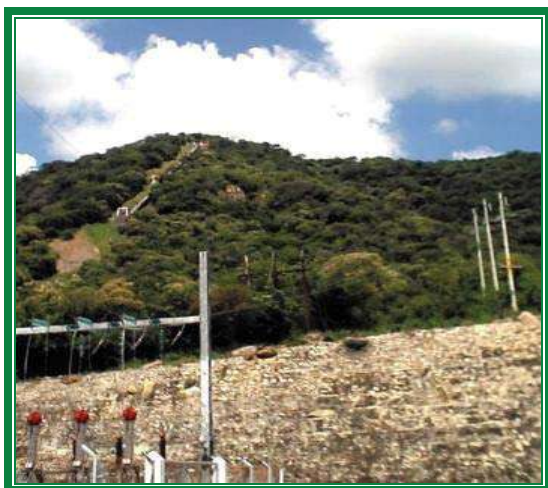
El canal de conducción tiene 7 893,35 m de longitud y cuenta con tres tanques de regulación con una capacidad total de 222 140 m³ y de ahí la tubería de presión a casa de máquinas. Se ubica en las coordenadas 19° 16' 09.48" N y 102° 04' 48.84" O (UTM 806 917 E, 2 133 209 N) (Tabla 58).

Tabla 58. Datos técnicos de las centrales hidroeléctricas

Central Hidroeléctrica	Unidades en Operación	Gastos en turbinas (m ³ /s)	Potencia en Generadores (Kw)
Zumpimito	4	6.1	3,200
El Cobáno	2	21.3	26,010
Cupatitzio	2	10	36,225

La Presa Cupatitzio, que en parte aprovecha o utilizan a través del sistema hidroeléctrico "El Cóbano". Los volúmenes de agua una vez aprovechados para turbinar y generar energía eléctrica se derivan y utilizan para uso agrícola.

Los volúmenes de agua una vez aprovechados para turbinar y generar energía eléctrica se derivan y utilizan para uso agrícola.



Sitio de la planta de generación eléctrica El Cóbano



Sitio de la planta de generación eléctrica El Cóbano

7.7 Competencia entre usuarios

En cuanto al uso Público Urbano, se tiene una gran presión por parte de los usuarios, los cuales demandan agua en cantidad y calidad suficiente, siendo éste uno de los principales factores de bienestar social. Los porcentajes de cobertura de las diferentes poblaciones de la cuenca es muy desigual mientras que existen poblaciones con un alto grado de cobertura, como es el caso de la ciudad de Uruapan (90%), existen aquellas donde el rezago es muy amplio, como son los casos de Múgica y Gabriel Zamora (80 %). Esto genera dos situaciones, por un lado las poblaciones con una cobertura aceptable resultan ser las que tienen un mayor índice de crecimiento poblacional, mayor al 1.8 nacional, y aquellas en las que la cobertura es baja, necesariamente se tendrá que incrementar la cobertura. En ambos casos las demandas futuras de agua potable tenderán a incrementarse, con lo cual se incrementara la presión social para ampliar los servicios.

Como parte de las estrategias de manejo del recurso está el uso eficiente, el cual persigue el ahorro del agua, y con este remanente, abastecer a aquellas poblaciones que carecen de este líquido para sus necesidades domésticas y servicios correlacionados.

Otra acción complementaria es la protección de manantiales, por ser estas fuentes muy vulnerables a las acciones de su manejo, que implica tanto el manejo del área perimetral adyacente a los mismos, como problemas más extensos como la deforestación de los bosques.

Se tienen poblaciones en donde se han generado conflictos por el abastecimiento del agua, como es el caso de Gabriel Zamora, quienes tienen la pretensión de abastecerse de agua de La Tzataracuita, contando incluso con el proyecto de la obra de abastecimiento, y a decir de las autoridades, aún no cuentan con el permiso o concesión de esa agua.

Existe una competencia marcada por la disponibilidad oportuna del agua entre los usuarios agrícolas y la generación de energía eléctrica, por falta de compatibilidad entre la turbinación y los calendarios de riego.

Se tiene conflictos muy serios en la distribución del agua en el uso agrícola, derivado principalmente por el incremento de la frontera agrícola. Situación reflejada en mayor medida en la zona de riego Cupatitzio Cajones, donde se tiene autorizado 18,000 Ha y se riegan 30,000 Ha.

8. Problemática

Llegado a este punto, se puede decir que la problemática ambiental en la cuenca del río Cupatitzio vislumbrada en este diagnóstico es resultado de múltiples factores complejos, pero sobre todo a las acciones antrópicas que en su desarrollo económico no han considerado el aspecto sustentable en el manejo de los recursos naturales.

Podemos dividir la problemática en dos partes. La primera, resultado de la información recabada y analizada en este diagnóstico, elaborado por los integrantes del Grupo de Trabajo Técnico; y la segunda, la problemática detectada y percibida -vivienda cotidianamente por los usuarios del agua en la cuenca, misma que fue obtenida durante la realización de un primer taller ZOPP, realizado en la ciudad de Uruapan los días 30 de junio y 1 de julio de 2004⁸ y ratificado en el segundo taller ZOPP, efectuado del 23 al 25 de Noviembre de 2004, en la ciudad de Uruapan.

Los resultados de estas dos perspectivas, más que contradecirse o excluirse mutuamente, se complementan e integran un enfoque más completo de la problemática presente en la cuenca del río Cupatitzio.

8.1 Problemática detectada por el GTZ

Los principales problemas ambientales y de gestión en la cuenca del río Cupatitzio se pueden resumir de la siguiente manera:

1. Deterioro paulatino de la calidad y cantidad del agua:

El uso del agua en las diversas actividades humanas ha venido disminuyendo su calidad, debido sobre todo a las descargas puntuales así como por contaminación difusa.

⁸ Se tiene contemplado la realización de más talleres con este enfoque para profundizar en la participación de los usuarios en la detección de problemas y la búsqueda de soluciones.

Los resultados del diagnóstico también nos llevan a resaltar la deficiencia en la red de monitoreo de la calidad del agua; en efecto, los datos recabados corresponden a las descargas residuales a la salida del río Cupatitzio de la ciudad de Uruapan, desconociéndose la calidad del agua del resto de localidades y municipios. Por otro lado, el crecimiento no controlado de la frontera agrícola bajo riego, aunado a la precaria infraestructura hidráulica utilizada para transportar y distribuir el agua, ha propiciado un desequilibrio entre la oferta y la demanda. Además, los métodos de riego por demanda libre no controlada, que aplican los usuarios, agravan aún más la problemática situación de escasez del vital líquido.

2. Cambio en el uso del suelo, así como la deforestación y erosión:

Los cambios en el uso del suelo no sólo han dependido del crecimiento demográfico en sí, sino sobre todo de la demanda de recursos o de materia prima por parte de los pobladores de aguas abajo, y a la conversión de áreas boscosas por áreas agrícolas. La presión sobre los recursos naturales en la cuenca es por la expansión de cultivos comerciales de un sistema de mercado cada vez más internacionalizado y la presencia de empresarios agrícolas (aguacate, limón, mango, caña de azúcar, etc.) hace más compleja la realidad social regional. En cambio, en la Meseta Purépecha, zona de infiltración del agua que alimenta a la cuenca del río Cupatitzio, la deforestación está estrechamente ligada con el grado de marginación y bajos ingresos de los pobladores de aquella zona.

En el aspecto forestal, se advierten los siguientes problemas:

- Tala ilegal de madera
- Cambio de uso de suelo
- Reducción del área arbolada
- Degradación forestal por plagas, enfermedades e incendios
- Infraestructura caminera deficiente
- Pérdida de biodiversidad
- Organización poco apropiada
- Escasez de madera para uso doméstico

- Manejo forestal deficiente
- Erosión

En este sentido, los bosques de la cuenca se han reducido en los últimos 10 años en 7.84% que equivalen a 22,225 has y, en ese mismo lapso, la agricultura de riego y de temporal aumentaron 3.20% (9,063 ha) y 2.20% (6,234 ha) respectivamente. Los suelos de la cuenca se encuentran degradados en un 57.12% con erosión hídrica y con pérdida de suelo superficial, la principal causa la constituye la deforestación con un 46.87% (COFOM).

3. Servicios de abastecimiento de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales deficientes en la mayoría de los centros de población:

Por lo que respecta a la prestación de servicios de agua potable, alcantarillado, saneamiento y tratamiento de aguas residuales, la información nos dice que si bien es cierto aún existen pobladores que no cuentan con servicio de agua potable, en general todos los municipios de la cuenca se encuentran por arriba del 80% en la prestación de este servicio (con excepción de Gabriel Zamora y Múgica). En lo que respecta al servicio de alcantarillado y saneamiento de aguas residuales, salvo la ciudad de Uruapan que alcanza el 80% de recolección de aguas y cuenta con plantas de tratamiento, el resto de municipios está por debajo del 50% ya que carecen de plantas de tratamiento.

4. Inadecuado manejo de la basura⁹

La problemática que generan las diversas actividades humanas asentadas en la cuenca con respecto a la generación de basura no es inevitable, ni natural, ni normal producirla; son los hábitos de consumo y la forma que se desecha y almacena lo que la ocasiona.

⁹ Por basura se entiende la mezcla indiscriminada de los materiales que se desechan desde las fuentes generadoras, sin considerar su origen, naturaleza, características y vocación de uso intrínseca de cada uno de ellos; y que en consecuencia, los hace que se constituyan en un riesgo para la salud pública y para el medio ambiente. Sistema Integral para la Gestión Sustentable de los Residuos Sólidos, SUMA, 2004.

Como se vio en el diagnóstico, hasta la fecha ningún municipio de la cuenca dispone con rellenos sanitarios tipo NOM-083-ECOL-1996 para la confinación de los desechos sólidos.

Los sitios donde se depositan los desechos son en realidad tiraderos municipales a cielo abierto. Este manejo inadecuado de la basura ocasiona la contaminación del suelo, aire, proliferación de fauna nociva y de acuíferos y demás cuerpos de agua por la infiltración de lixiviados¹⁰.

5. Deficiencias en la red de monitoreo de la calidad del agua y medición hidrológica limitada:

En efecto, hasta el momento se tiene conocimiento restringido sobre la ocurrencia del agua en el ciclo hidrológico. Se cuenta con un registro limitado de las fuentes que se utilizan para su explotación uso y aprovechamiento.

6. Falta de recursos para la operación, mantenimiento e inversión de los organismo municipales de agua (OOAPAS).

7. Conflictos entre los usuarios de agua.

En el aspecto socioeconómico resalta la existencia de una gran heterogeneidad en los ingresos de los pobladores. Se observa que, paradójicamente, la zona con mayores recursos naturales y donde se originan las principales fuentes de abastecimiento hídrico (Meseta Purhépecha) para la cuenca, son también las más marginadas y empobrecidas. Esta zona transfiere riqueza a la cuenca del río Cupatitzio tanto en forma de agua como con otros recursos naturales (madera) y mano de obra, sin que sea vea efectivamente beneficiada.

¹⁰ Líquidos provenientes de los residuos, los cuales se forman por reacción, arrastre o precolación y que contienen, disueltos o en suspensión, componentes de los mismos residuos.

En efecto, la riqueza generada por el agua del río Cupatitzio utilizada en sus múltiples formas (como atracción turística en el lugar donde nace, como abastecedor de agua potable para los distintos centros de población, como insumo para la industria, como riego en los fértiles valles aguas abajo y como fuente para la generación de energía en las plantas hidroeléctricas), no retribuye en forma alguna o estimula la conservación de suelos y bosques para asegurar las fuentes de abastecimiento; ni tampoco hay acciones efectivas enfocadas a lograr que los pobladores asentados en las zonas de recarga (Meseta Purhépecha), participen en proyectos productivos que les aseguren un ingreso económico para aminorar la presión sobre los recursos. El no considerar estas contradicciones en un plan de gestión, implica un grave riesgo para lograr una sustentabilidad real del medio ambiente.

En general, se estima la falta de información suficiente y de calidad para describir los recursos y su comportamiento en la Cuenca por lo que es necesario censar, a nivel municipal y por localidades, para captar la información relacionada con este recurso.

8.2 Problemática detectada durante el taller ZOPP¹¹

Para el análisis de la problemática que se presenta en la cuenca del río Cupatitzio se ejecutó el taller de Planeación de Proyectos Orientada por Objetivos (ZOPP), dividido en dos fases. Para dicho taller participaron representantes de la cuenca elegidos por los Usuarios de Aguas Nacionales para cada uno de sus Usos, así como el Grupo Técnico de Trabajo.

¹¹ ZOPP es un instrumento desarrollado por la Agencia para el Desarrollo Internacional de EU (USAID) en los 70's, y retomado por la GTZ en los 80's. Ofrece herramientas para la conceptualización, el diseño, la ejecución, el seguimiento del desempeño y la evaluación de proyectos. Es utilizado por diferentes organismos de cooperación para el desarrollo.

La primera fase del taller ZOPP se realizó en la ciudad de Uruapan durante los días 30 de junio al 1º de julio del 2004, fue facilitado por la Mtra. Edith Chávez Ramos y la Dra. María del Rosario Campos Beltrán, de la empresa Caminos Posibles: Investigación, Capacitación y Desarrollo S. C., dentro del convenio de colaboración CNA-GTZ.

El segunda fase del ZOPP se realizó en la ciudad de Uruapan, durante los días 23 al 25 de Noviembre del 2004, fue facilitado por el Lic. Juan Antonio Martínez Blanco, de la Gerencia Planeación de la Subdirección General de Programación y como cofacilitadores los ingenieros Isaac López Pozos y Humberto de la Gerencia de Consejos de Cuencas, ambas dependencias de la CNA.

El objetivo fue que los y las asistentes al taller aprendieran cómo planificar un proyecto para la gestión integral de la cuenca del río Cupatitzio siguiendo el enfoque de planificación de proyectos orientado a objetivos.

Análisis de problemas^{12,13}

Para realizar el análisis de problemas se realizó una lluvia de ideas en plenario, partiendo de señalar cuáles eran los problemas que estaban detrás de la situación actual de la Cuenca del río Cupatitzio. Se obtuvo una lista de 32 problemas. Con esta actividad cerramos el primer día de trabajo.

De los 32 problemas que fueron definidos e identificados para la cuenca del río Cupatitzio, se depuraron y definieron 4 problemas principales que aquejan a la cuenca, quedando los siguientes como los más importantes:

¹² Informe del Taller de Planificación de Proyectos Orientados por Objetivos (ZOPP) para la Gestión Integral de la Cuenca del Río Cupatitzio. 30 de Junio y 1º de Julio. Uruapan, Mich., Mtra. Edith Chávez Ramos y Dra. María del Rosario Campos Beltrán.

¹³ Con información propia, de quienes participamos en el Segundo Taller ZOPP, y elaborado por el Ing. Vicente Ortega Lara, de la Gerencia Regional Balsas, CNA.

1. Insuficiente conocimiento, insensibilidad y descoordinación entre actores involucrados en la gestión integral de los recursos naturales.
2. Deficiente generación, aplicación y transferencia de tecnología.
3. Explotación irracional de los recursos naturales.
4. Aplicación de la normatividad para el manejo de los recursos naturales.

Del análisis de los resultados obtenidos en la primera fase del taller ZOPP, la mayor parte de la información fue ratificada en el segundo taller y en algunos casos fue necesaria reformular o modificar la información presentada.

Derivado del nuevo análisis de la problemática que se tiene en la Cuenca del río Cupatitzio, el consenso general fue ratificar el que originalmente se definió en la primera fase del taller como el problema principal que se tiene en la cuenca y que es el de:

Degradación y agotamiento de recursos naturales limitados: Agua, bosque y suelo en la Cuenca del río Cupatitzio

En el caso de los problemas que inciden sobre el anterior se realizaron pequeñas modificaciones a la propuesta realizada en la primera fase del taller, consensando que existe cuatro problemas que son las causas del problema principal definiéndolos como:

1. Insuficiente conocimiento, insensibilidad y descoordinación entre actores involucrados en la gestión integral de los recursos naturales.
2. Insuficiente Infraestructura.
3. Explotación irracional de los recursos naturales.
4. Inadecuada aplicación de la normatividad para el manejo de los recursos naturales.

Y a su vez se definieron 23 causas indirectas que inciden sobre los anteriores y a su vez sobre el problema principal. Como efectos de estos problemas principales, directos e indirectos se consideraron un total de 7 efectos principales que se general que son:

1. Incompatibilidad y dificultad de programas gubernamentales
2. Desequilibrio en la salud biológica y química
3. Extrema pobreza
4. Contaminación
5. Abatimiento de manantiales
6. Erosión
7. Conflictos sociales

Que generan a su vez los efectos de: discontinuidad de la gestión de os recursos hídricos a nivel de programas y acciones municipales, extinción de especies de flora y fauna y asolvamiento de presas y ríos. La suma de todos los anteriores efectos inciden sobre el principal efecto definido para la cuenca que es el de:

Freno al desarrollo de la cuenca

Tanto los problemas como los efectos que se obtuvieron derivados de Taller ZOPP para la cuenca del río Cupatitzio se presentan en la Figura .

8.3 Problemáticas observadas en la cuenca por el Grupo Técnico de Trabajo

El Grupo Técnico de Trabajo quedo conformado por dependencias del Gobierno Federal, Estatal y Municipal, así como responsables de organismos operadores que se incluyen en la cuenca. Cada dependencia en el ámbito de su competencia atiende y observa la existencia de una serie de problemas que involucran a agua y su entorno en la cuenca del río Cupatitzio, estos se describen a continuación (Figura 16).

9. Conclusiones y recomendaciones

La información recopilada y la obtenida durante la realización del presente estudio permiten deducir las siguientes conclusiones:

Es Indudable que el río Cupatitzio es una corriente que en su origen la calidad de sus aguas es apta para todos los usos incluyendo el domestico y de abastecimiento público, para el cual se requiere previa desinfección. Además, se debe de considerar la heterogeneidad de las localidades comprendidas dentro de la cuenca del río Cupatitzio y planear acciones acordes a esta diversidad. Por lo cual es necesario contar con estudios de calidad del agua actualizados, no solo del río Cupatitzio, si no de toda la cuenca, ya que los periodos en los que se han realizado no son constantes, con lo cual no es posible llevar a cabo una evaluación de la degradación o mejoramiento como resultado de las acciones efectuadas dentro de la cuenca.

Se requiere el diagnostico del aprovechamiento del recurso agua, que considere censo de aprovechamientos, disponibilidad, niveles piezométricos y balance hidráulico subterráneo y superficial, en el cual presente el nivel en el que se encuentra el volumen aprovechado y el volumen concesionado, en búsqueda del equilibrio de estos.

Así mismo, para cuestiones del balance hidráulico, es imprescindible considerar además las cuencas cerradas de Paracho y Zirahúen, que constituyen importantes zonas de recarga de acuíferos y fuentes de abastecimiento de los manantiales que dan lugar al nacimiento del río que da nombre a la cuenca y que se origina en el cerro El Pario, en el municipio de Uruapan.

Es necesario contar con una red de estaciones hidrométricas y climatológicas, cuya ubicación deberá considerarse el amplio gradiente altitudinal.

Para la formulación de planes de gestión integral del agua debe considerar cuando menos los siguientes aspectos:

1. La medición de las variables del ciclo hidrológico y el conocimiento de sus características determinantes y consecuencias.
2. La explotación, uso, aprovechamiento, manejo y control del agua así como el resto de los recursos naturales.
3. La prevención y litigación de desastres naturales asociados a la presencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos.
4. La construcción, mantenimiento y operación de las obras hidráulicas y la administración de los servicios asociados a ellas.
5. El mantenimiento, operación y administración de distritos y unidades de riego.
6. el control de calidad del agua, su saneamiento y promoviendo su reúso.
7. La conservación del agua y del medio acuático.
8. La determinación y satisfacción de las necesidades de agua de la población en cantidad y calidad apropiadas y de las demandas derivadas de los procesos productivos y de servicios de la economía.
9. Las actividades del proceso de planeación hidráulicas y su consistencia en el tiempo (corto, mediano y largo plazo) y en diferentes espacios geográficos (nacional, regional, estatal y de cuenca hidrológica).
10. La legislación y regulación de los usos y aprovechamientos del agua.
11. La administración de las aguas superficiales y subterráneas y sus bienes inherente.
12. la rehabilitación y conservación del entorno ecológico de la cuenca.

En la formulación de planes de gestión integral del agua y su seguimiento y actualización, es imprescindible la participación de todos los actores: instituciones federales, estatales, municipales, académicas, pero sobre todo de usuarios del agua.

Para alcanzar el objetivo de dar paso a un proceso duradero de Gestión Integral del Agua de la Cuenca del río Cupatitzio, es indispensable contar con el apoyo decidido y comprometido de la sociedad en su conjunto y mejorar nuestra actitud hacia el agua, reconociendo que se trata de un bien escaso al que debemos cuidar y usar de manera eficiente.

Una de las formas de reducir el conflicto en el uso agrícola se encuentra precisamente dentro del mismo, ya que incrementando sus eficiencias, buena parte de las necesidades del sector quedaría cubierta, con la visión de mantener o incrementar la producción de agua en las partes altas de la cuenca.

Para la optimización del uso del recurso en este sector, como en otros, se requiere de inversiones importantes en infraestructura, mejorar la calidad del agua con que se cuenta, así como la organización de los productores en busca de un bien común.

Al igual que la calidad, la cantidad se ha visto disminuida considerablemente debido a la deforestación de grandes superficies en la parte alta de las cuencas, el establecimiento de algunos aprovechamientos localizados en el lugar antes señalado considerado como la zona de recarga de los manantiales que dan origen al Cupatitzio, así como las extracciones cada vez mayores para abastecimiento público urbano que se efectúan en los orígenes del mismo río por lo cual su caudal ha disminuido considerablemente.

Por lo anterior y ante la necesidad de conservar las bellezas de los paisajes que forma el Río Cupatitzio en los primeros 15 Km de su desarrollo y a su vez garantizar las actividades turísticas que se dan en esa zona, así como el asegurar los usos actuales y potenciales del recurso en la región.

10. Bibliografía

CNA2002a , Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Uruapan, Estado de Michoacán, Comisión Nacional del Agua, Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas, Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica, México, D.F., 30 de abril de 2002

CNA 2002b, Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Nueva Italia, Estado de Michoacán, Comisión Nacional del Agua, Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas, Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica, México, D.F., 30 de abril de 2002.

CNA 2004.- Determinación de la disponibilidad media anual de agua superficial en las cuencas de la región hidrológica del río Balsas, Comisión Nacional del Agua, Gerencia Regional Balsas, Subgerencia Regional Técnica.

Diario Oficial de la Federación 31 de enero del 2003. Acuerdo por el que se dan a conocer los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual y sus planos de localización.

NOM-011-CNA-2000, Conservación del recurso agua- Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Diario Oficial de la Federación de fecha 17 de abril del 2002.

Programa Hidráulico Regional 2002-2006 Balsas, Región IV, Comisión Nacional del Agua, México, Primera Edición Agosto 2003, ISBN 968-817-571-4.

Ávila, Patricia

El agua y la cultura en la Meseta Purépecha, El Colegio de Michoacán, 1996

SEMARNAT, CNA 2004, Estadísticas del agua en México, IV Foro Mundial del Agua.

Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Uruapan, Estado de Michoacán. CNA, Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas, 2002

Plan rector de producción y conservación de la microcuenca Capacuaro; CIAM ingeniería, S. A. de C. V.

Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Uruapan, Estado de Michoacán, CNA

Diario Oficial de la Federación de fecha 17 de abril del 2002

Sistema Integral para la Gestión Sustentable de los Residuos Sólidos, SUMA, 2004.