

Universidad Nacional Autónoma de México



# Impacto económico del área libre de urbanización en su función de filtración de agua: el caso de Cuernavaca.

R a f a e l M o n r o y O r t i z

Doctorado en Economía  
Facultad de Economía  
Universidad Nacional Autónoma de México

Directora de tesis  
D r a . Y o l a n d a T r á p a g a D e l f í n



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**División Estudios de Posgrado  
Facultad de Economía**

**Comité Tutorial:**

- Dr. Roberto Escalante Semerena
- Dr. Víctor Palacio Muñoz
- Dr. Américo Saldívar Valdés
- Dr. Javier Delgadillo Macías
- Dr. José Gasca Márquez
- Dr. José Luis Montesillo Cedillo

## Dedicatorias

Ejemplares en todos los sentidos.

A mis padres  
Columba Ortiz Olivera  
Rafael Monroy Martínez

Y a mi hermana  
Columba Monroy Ortiz

Sin ustedes, ¿como?.

A Sandra. Corazón eterno y armonía, me mueves el ser con solo existir...

A Sergio Martínez Rivera entrañable carnal, y si no me explicas los básicos, todavía sería arquitecto... ¿vamos a geografía?.

A todos los compañeros del cubo mentes brillantes y humanas (los verdaderos galácticos pues). Sergio (el futuro de la estirpe esta en tus manos), Susana, María, Marco, Paolo, Eloy, Mireia, Kathy, Rubén, Memo, Lidia, Lola, Edgar.

A Ángel, Marcos, Oscar por la amistad a prueba de doctorados (a este paso solo vamos a poder alinear en la sub 50 y Río de Janeiro bien gracias).

A Jorge, Memo, Gonzalo ahora si vamos a tener que sacar el kilómetro a tres minutos.

A Cuernavaca que me presto su ser para estudiarlo y que me sigue pareciendo seductora cada que la veo en mis regresos.

A Coetzee, Grass, García Márquez, Saramago, Fuentes, Sabines, Kundera, Benedetti, Borges conversadores extraordinarios de la vida mientras viajo.

Al irremediable, intenso y en ocasiones desesperante deseo de sumar para construir un mundo donde quepan todos los mundos.

## **Agradecimientos**

Por su dedicación en la dirección de este trabajo quiero agradecer a la Dra. Yolanda Trápaga Delfín.

Agradezco al comité tutorial por sus atinadas observaciones. Dr. Roberto Escalante Semerena. Dr. Víctor Palacio Muñoz. Dr. Américo Saldívar Valdés. Dr. Javier Delgadillo Macías. Dr. José Gasca Márquez. Dr. José Luis Montesillo Cedillo.

Agradezco al Maestro Sergio Martínez Rivera por sus comentarios y observaciones en el desarrollo de la tesis.

Agradezco a CONACYT y a la UNAM por las becas durante mi estancia en la Facultad de Economía de la UNAM.

## Índice

<b>Introducción</b>	<b>3</b>
<b>Parte I</b>	
<b>Capítulo 1 Racionalidad económica de la estructuración urbana</b>	<b>7</b>
Estructuración económica del espacio urbano, 8	
Instrumentos de organización espacial, 11	
Efectos de la estructura espacial urbana, 13	
Conclusión, 15	
<b>Capítulo 2 Valoración ambiental</b>	<b>18</b>
Políticas territoriales de conservación, 20	
Valoración ambiental, 25	
Análisis costo beneficio, 28	
Conclusión, 33	
<b>Parte II</b>	
<b>Capítulo 3 Concentración urbana y beneficios económicos</b>	<b>35</b>
Región, 36	
Cuernavaca, 45	
Conclusión, 62	
<b>Parte III</b>	
<b>Capítulo 4 Servicios ambientales</b>	<b>65</b>
Infiltración de agua, 66	
Oferta potencial en Cuernavaca, 70	
Oferta potencial según usos del suelo, 77	
Costo por infiltración de agua, 82	
Captura de carbono, 85	
Tipos de vegetación, 88	
Capacidad de captura, 94	
Costo de captura, 95	
Conclusión, 96	
<b>Capítulo 5 Oportunidades de recreación - estéticos</b>	<b>98</b>
Factores del clima, 99	
Confort térmico ocupación urbana-deforestación, 101	
Turismo en Cuernavaca, 108	
Aportación económica, 111	
Conclusión, 114	
<b>Capítulo 6 Morbilidad o mortalidad de la población urbana</b>	<b>116</b>
Efectos en la salud, 119	
Incidencia de enfermedades, 122	
Costo de enfermedades, 129	
Conclusión, 134	

<b>Parte IV</b>	<b>137</b>
<b>Capítulo 7 Políticas territoriales</b>	
Marco normativo, 138	
Beneficios netos, 141	
Políticas urbanas, 146	
Conclusión, 161	
<b>Conclusiones</b>	<b>164</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>172</b>
<b>Índice de nombres</b>	<b>181</b>
Cuadros, 184	
Gráficas, 186	
Planos, 188	

## Introducción

La ciudad es el espacio por excelencia de despliegue del capital donde se da un consumo irrestricto del suelo y otros recursos naturales, dada la densidad de actividades económicas en el territorio urbano. Este es un factor central en la intensidad del deterioro ambiental global, que se ha vuelto progresivamente una restricción concreta para la viabilidad económica y social de los sistemas urbanos.

Dentro del sistema económico la organización convencional del suelo esta determinada por los beneficios económicos de corto plazo. Este esquema se caracteriza por reducir y homogeneizar aceleradamente el área libre de urbanización<sup>1</sup> de las ciudades, lo cual genera problemas asociados principalmente a la oferta de servicios ambientales e implica costos económicos y sociales crecientes.

Con base en lo anterior, en este trabajo se emplea el análisis económico-territorial enfocado a la mitigación y la conservación ambiental, lo cual es poco convencional en la organización del suelo o en todo caso ocupa un lugar secundario. Este enfoque nos permite dar cuenta del deterioro ambiental ocasionado por el estilo predominante de la ocupación del suelo y al mismo tiempo estimar sus costos económicos, los cuales son restricciones relevantes para las prácticas de planeación territorial, así como para mantener dentro de ciertos límites la viabilidad económica y social de la ciudad.

---

<sup>1</sup> El área libre de urbanización en la ciudad o en su frontera territorial se consideran áreas abiertas. Esto implica el porcentaje no construido por predio, las áreas ocupadas en recreación y el área de conservación patrimonial o de valor ambiental.

En este marco el objetivo principal es estudiar la relación del área libre de urbanización en Cuernavaca con el nivel de disponibilidad de agua local, la cual es un servicio ambiental indispensable para el funcionamiento urbano.

La hipótesis de que se parte es la siguiente: En Cuernavaca las principales actividades económicas están asociadas al mercado turístico o de descanso, porque este encuentra condiciones ambientales diferentes regionalmente y una relativa accesibilidad a la ciudad. Estas actividades económicas materializan la ocupación territorial que afecta la disponibilidad agua. De sostenerse la demanda del recurso y los patrones de ocupación del suelo predominantes la disponibilidad de agua se reducirá en el mediano plazo, lo cual puede traducirse en la inviabilidad de estos usos, así como de la estructura de las actividades económicas locales.

Para el análisis económico-territorial de Cuernavaca se utilizó la siguiente metodología: se analizaron los factores económicos que impulsan los patrones de ocupación del suelo en la ciudad, su dinámica y proyecciones como elementos determinantes de las reservas hídricas en el subsuelo. Además, se estimaron los costos directos e indirectos en términos monetarios ocasionados por la sustitución del área libre de urbanización con base en la aplicación del análisis costo beneficio. Finalmente se analizaron las políticas territoriales vigentes para incorporar estrategias de mitigación de los impactos de la sustitución del área libre de urbanización y de conservación ambiental.

Para el análisis territorial en particular se utilizaron sistemas de información geográfica y documentos geográficos digitales de INEGI, los cuales se procesaron con Arc Map 9.0 y Autocad.

El trabajo se divide de la siguiente forma: La teoría urbana convencional aborda parcialmente las variables económica y territorial-ambiental, por lo que en el primer capítulo se estructuró un marco teórico que permitió explicar la racionalidad económica de la organización urbana, así como sus efectos económicos y ambientales, los cuales describen un nivel vulnerabilidad que puede evidenciarse con base en los instrumentos de valoración ambiental.

El segundo capítulo describe las características, las ventajas y las desventajas de estos instrumentos, así como su utilidad para replantear las políticas territoriales. El tercer capítulo analiza los factores que impulsan la ocupación del suelo en Cuernavaca. Estos incluyen las características económicas y de población locales, así como sus efectos en las tendencias de crecimiento urbano. Con base en esta información fue posible estimar los beneficios económicos de la ocupación del suelo predominante. De hecho la ocupación del suelo tiene efectos directos e indirectos que no están considerados en las políticas territoriales.

El cuarto capítulo analiza las condiciones de disponibilidad de agua en términos de la demanda para actividades económicas-usos públicos y la capacidad de recarga, así como la captura de carbono según el estado de conservación de los tipos de vegetación local. La ocupación del suelo modifica las condiciones ambientales locales. El quinto capítulo comprueba esta correlación por factor, la cual se utiliza para explicar los efectos en los ingresos económicos por actividades asociados al turismo. El sexto capítulo se estudia la correlación entre contaminación atmosférica y morbilidad-mortalidad de la población urbana.

El séptimo capítulo compara los costos y los beneficios monetarios de la ocupación del suelo predominante con el objeto de determinar sus ventajas y desventajas, las cuales implican costos económicos y sociales que llevan a una limitación en la reproducción del sistema económico, así como de su despliegue espacial. Al mismo tiempo se replantean algunas políticas territoriales en lo general y particular incorporando estrategias de mitigación y conservación ambiental. Para esto se analizaron los documentos oficiales locales y nacionales relacionados.

Las principales conclusiones son las siguientes: en Cuernavaca la ocupación del suelo afecta principalmente los usos agroforestales, los cuales tienen la mayor capacidad de recuperación de servicios ambientales de la ciudad. Las políticas territoriales promueven estos patrones.

Con base en la comparación de la presión en la oferta y la demanda de agua se estima que la disponibilidad para el 2020 será insuficiente para abastecer al 40 % de los usos del suelo. Mientras que la contaminación atmosférica triplicó la morbilidad-mortalidad de la población local en 10 años. De hecho en el 2000 este factor fue el mayor costo indirecto de la ocupación del suelo.

En este escenario la ciudad reduce progresivamente la base ambiental que es imprescindible para el desarrollo de las actividades económicas predominantes y pone en riesgo su viabilidad económica y social de mediano y largo plazo. Por lo tanto es pertinente incorporar estrategias de conservación ambiental locales, pero también replantear los instrumentos de organización territorial incluyendo la dimensión ambiental.

## 1. Racionalidad económica de la estructuración urbana

El espacio urbano es un elemento necesario para el sistema económico capitalista porque le permite reproducirse. La racionalidad económica determina las características de la estructuración urbana y los instrumentos de organización espacial del estado, bajo un esquema que se considera eficiente para el crecimiento económico, pero que genera externalidades negativas y deseconomías de aglomeración.

En el sistema económico predominante el espacio urbano crece sin restricciones, escala los efectos negativos en la población y contribuye al deterioro ambiental global, lo cual es central en la vulnerabilidad urbana<sup>1</sup> reciente, así como en la viabilidad económica-social de los sistemas urbanos.

El desarrollo urbano ambiental<sup>2</sup> en particular se interesa en sistematizar los efectos negativos ocasionados por la ocupación del suelo predominante y prever la mitigación de algunos de ellos. En este proceso el análisis territorial y la racionalidad económica de la organización del suelo prevalecen desarticulados, sin embargo ambas variables guardan cierto nivel de relación, la cual es pertinente reconstruir para replantear estrategias de mitigación ambiental.

---

<sup>1</sup> En algunos informes mundiales (Banco Mundial, 2001), (HABITAT, 2001), (PNUD, 2002), (FPNU, 2002) el concepto de vulnerabilidad urbana se refiere a la pobreza y el deterioro ambiental en los sistemas urbanos. En estos se hace referencia en particular a la falta de protección de la ciudad ante eventos naturales que no pueden prevenirse, los cuales incluyen inundaciones, derrumbes, temblores, así como problemas de asentamientos irregulares en vías de comunicación, instalaciones eléctricas o de combustibles donde se pone en riesgo la vida de los habitantes. Debido a las condiciones actuales del sistema urbano la vulnerabilidad urbana implica un análisis de mayor complejidad, el cual está en construcción en algunos trabajos (Martínez, 2004).

<sup>2</sup> El desarrollo urbano ambiental o sustentable se define como la búsqueda de un estado de equilibrio entre las dimensiones social, económica y ambiental en el espacio de la ciudad (Sanchez, 2002). En este esquema de análisis también se encuentran los estudios de restauración histórica, huella ecológica o agenda café (Institut for Miljøvurdering, 2002) (Giglio, 2001).

Por lo tanto en este capítulo se analiza la racionalidad económica de la estructuración urbana<sup>3</sup> y los instrumentos de organización espacial del estado<sup>4</sup>, con el objeto de determinar las características de la ciudad que afectan a la población y el ambiente.

Las condiciones urbanas más rentables afectan la disponibilidad de servicios ambientales y contaminan. Estos disturbios<sup>5</sup> son centrales en la discusión de la viabilidad económica y social del sistema urbano, por lo que pueden estudiarse con base en el instrumento económico de análisis costo beneficio (ACB). En el caso de Cuernavaca este permite señalar las desventajas económicas de las políticas territoriales estatales y al mismo tiempo replantearlas con base en estrategias de mitigación y conservación ambiental.

## **Estructuración económica del espacio urbano**

El espacio es la expresión concreta de cada conjunto histórico. Las sociedades se especifican en una estructura espacial constituida por elementos que describen su particular materialidad (Pradilla, 1984)<sup>6</sup>.

---

<sup>3</sup> En términos generales la estructuración espacial tiene dos perspectivas de análisis: las teorías de localización que la explican en función de la distribución y emplazamiento del capital fijo (Losh, Cristaller, Weber), mientras que en otras corrientes se considera que cada formación social históricamente determinada se apropia de la naturaleza, la transforma y la destruye, lo cual se expresa espacialmente en una estructura física concreta (Marx, Engels retomados por Lefevre, Lipietz, Castells, Pradilla).

<sup>4</sup> Castells califica a estos instrumentos como "la organización institucional del espacio" (Castells, 1974). En el caso de México estos incluyen a los programas de desarrollo urbano y ordenación del territorio (Gobierno del Distrito Federal, 2001), (Secretaría de Desarrollo Social, 2001), (SEDESOL, 1999).

<sup>5</sup> En informes de población y ambiente dos de las principales categorías afectadas son el agua y el aire (SEI, 2002), (BID, 2000), (Rosegrant, 2002), (UNICEF, 2000), (UNEP, 2002).

<sup>6</sup> Cada formación social interviene en la naturaleza de una forma particular. Esta es considerada su condición más general de existencia, su soporte básico y esencial. Según Marx la tierra (y sus cualidades) son el objeto general sobre el que versa todo trabajo humano (Marx, 1867). Por lo tanto

En la sociedad moderna predomina el modo de producción capitalista. Por lo tanto el sistema económico es dominante en la estructura social y el elemento producción es la base de la organización del espacio. De hecho los soportes materiales de las actividades económicas constituyen la estructura física del capitalismo. Estos incluyen la producción, el intercambio, la distribución y el consumo, así como las funciones del estado, sus aparatos ejecutivos y la ley.

La sociedad capitalista en particular se expresa en el espacio urbano<sup>7</sup>. En esta estructuración física el soporte suelo es fundamental porque participa en todos los procesos de producción y al mismo tiempo porque permanece como condición de consumo-destrucción.

En este sentido el suelo es considerado una superficie que se consume, así como un recurso necesario para el ciclo del capital. Por lo tanto el mercado lo readapta económicamente, dispone de él sin restricciones y determina su escala e intensidad de ocupación.

### **Características económicas de la estructura urbana**

El espacio urbano permite realizar el plusvalor e incrementar la tasa de ganancia.

Las características que facilitan esta función son:

- a. La aglomeración o concentración articulada<sup>8</sup>.

---

la ciudad o la estructura espacial urbana de la sociedad moderna esta condicionada por el modo de producción capitalista.

<sup>7</sup> La estructura espacial urbana de las sociedades subdesarrolladas tiene instancias sociales, económicas, políticas e ideológicas particulares debido a que reflejan parcialmente la complejidad de la estructura espacial producida en la etapa de desarrollo actual del capitalismo (Pradilla, 1984).

<sup>8</sup> La cual divide el espacio en funciones de dirección, valorización, procesos de trabajo, reproducción de la fuerza de trabajo y realización de los productos.

- b. La división del trabajo en ramos privados autónomos que separan al productor de sus medios de producción y valorizan los distintos segmentos del capital social (Pradilla, 1984) (O'Connor, 2001).
- c. La asignación de un papel fundamental a la circulación, incluyendo los sistemas de transportes y comunicaciones (Lipietz, 1979).

El espacio urbano es resultado de un proceso permanente de estructuración. En esta se transforman o readaptan las condiciones materiales preestablecidas, que son consideradas el marco de vida heredado del pasado o los usos del suelo anteriores. Este proceso se caracteriza por:

- a. La instalación de capital fijo, mercados de empleo, infraestructura y equipamiento para el funcionamiento económico eficiente (Marx, 1867).
- b. La ordenación económica del espacio (Castells, 1972), (Kharoufi, 1999), (Valladares, 2001).

En la práctica estas características implican una tasa de ocupación del suelo constante, la cual lleva a una expansión física así como a efectos económicos, sociales y ambientales diferenciales, según la escala e intensidad del proceso<sup>9</sup>. En el sector interurbano<sup>10</sup> en particular se emplazan unidades de producción, los cuales desarticulan las particularidades del medio rural, aprovechando la mano de obra como ejército de reserva o campo de inversión.

---

<sup>9</sup> La escala e intensidad están determinadas por las características del funcionamiento económico local (Borja, 2000).

<sup>10</sup> El área interurbana se localiza fuera de los límites de la ciudad. Esta se caracteriza por tener una densidad de construcción menor, así como una distribución poco homogénea de infraestructura y equipamiento urbano. El área intraurbana se refiere convencionalmente a aquella que se localiza dentro de los límites urbanos, donde se supone que existe la mayor densidad de construcción de la ciudad.

## **Instrumentos de organización espacial**

En las ciudades precapitalistas la concentración de población y servicios comunes justificaban la organización física del espacio<sup>11</sup>. A partir de la industrialización este proceso se lleva a cabo con base en la readaptación económica del espacio. Los instrumentos de organización espacial se desarrollaron para concretar este objetivo.

De hecho estos instrumentos heredaron las estrategias económico territoriales de la ciudad industrial, las cuales incluyen la centralización y la aglomeración de la infraestructura, los medios de producción y los servicios, en donde subsisten las condiciones precarias de la mano de obra<sup>12</sup>, las migraciones rurales urbanas que incrementan las tasas de urbanización<sup>13</sup> y los efectos ambientales negativos (Engels, 1976), (Marx, 1867).

Por lo tanto la racionalidad económica es central en la estructuración urbana y los instrumentos de organización espacial. Debido a esto se diversifican y multiplican las deseconomías de aglomeración y las externalidades negativas en el espacio urbano. Estas se expresan particularmente en la ocupación del suelo, la presión en la oferta y la demanda de servicios ambientales y la contaminación<sup>14</sup>.

---

<sup>11</sup> Estos servicios se referían principalmente a la seguridad y la distribución de agua, de la cual se tienen vestigios de infraestructura para la distribución común (De Villiers, 1999)

<sup>12</sup> En la ciudad industrial los Workhouses o Cottages se hacían familias completas en un solo cuarto "de cama caliente" en condiciones insalubres e inseguras, en los cuales el turno nocturno seguía sin interrupción al día y sin dar tiempo a las camas de enfriarse.

<sup>13</sup> La cual estaba conformado por un ejército de reserva industrial flotante, latente o intermitente.

<sup>14</sup> De hecho las primeras ciudades industriales inglesas se caracterizaron por las altas tasas de contaminación atmosférica, el déficit de infraestructura de agua y drenaje, así como por problemas de iluminación y ventilación derivados de la disposición de las calles. Además el emplazamiento de

## **Características de la organización espacial capitalista**

El proceso de estructuración urbana transforma o readapta las condiciones materiales preestablecidas en etapas subsecuentes. En este los instrumentos de organización espacial buscan la división económica y social del espacio más rentable -dese- (Lipietz, 1974)<sup>15</sup>. Esto implica:

- a. Impulsar el sistema de producción industrial.
- b. Limitar progresivamente el espacio público.
- c. Estructurar la vida urbana para la realización de las mercancías.
- d. Asignar a los habitantes el rol de mercado de consumo.
- e. Agilizar la inversión de los agentes privados.
- f. Aprovechar el financiamiento público para disminuir la baja de la tasa de ganancia ocasionada por el incremento del capital variable (Pradilla, 1984).

Estas características definen la organización espacial funcionalista<sup>16</sup> y se consolidan con base en las teorías de los lugares centrales y la jerarquía de las ciudades, para las cuales la organización del espacio esta condicionada por factores de competencia, mercado, costos de transporte y emplazamientos de capital fijo (Lipietz, 1979). Sin embargo las políticas territoriales bajo este esquema reflejan deseconomías de aglomeración y externalidades negativas de mayor escala e intensidad.

---

equipamientos para ferrocarriles en el centro de las ciudades era de las principales fuentes de contaminación atmosférica debido al uso del carbón.

<sup>15</sup> Para cumplir con este objetivo la organización de la ciudad divide al trabajo y el espacio técnica-económicamente.

<sup>16</sup> El término funcionalista se refiere principalmente a las ventajas económicas de la organización espacial (función = objetivo = origen = causa de existencia) (Lipietz, 1979).

## Efectos de la estructura espacial urbana

La ciudad es la estructura física de la sociedad capitalista. La organización espacial urbana favorece la división económica y social más rentable, donde prevalecen la aglomeración, la división del trabajo y la circulación. Sin embargo esta genera deseconomías de aglomeración y externalidades negativas.

Las características económicas del espacio urbano tienen efectos directos e indirectos en la población y el ambiente. Los principales disturbios se refieren al incremento de la demanda de servicios ambientales, la ocupación ilimitada de suelo y la contaminación -cuadro 1, 2-, cuya mitigación es central para la viabilidad económica y social del sistema urbano. Por lo tanto estos pueden sistematizarse con el objeto de replantear las políticas territoriales, incorporando estrategias de mitigación y conservación.

Cuadro 1. Características económicas de la ciudad y efectos ambientales.

<b>Características</b>	<b>Efectos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Economías de aglomeración o concentración.</li> <li>• Distribución económica y social del espacio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda de servicios ambientales</li> <li>• Distribución diferenciada de servicios.</li> <li>• Incremento de las tasas de contaminación.</li> <li>• Ocupación de áreas naturales.</li> <li>• Concentración de asentamientos precarios.</li> </ul>

Elaboración propia.

Cuadro 2. Población y efectos ambientales.

<b>Características</b>	<b>Efectos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concentración de población</li> <li>• Crecimiento demográfico</li> <li>• Inmigración</li> <li>• Movimientos pendulares de mano de obra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de la demanda de servicios</li> <li>• Demanda temporal de servicios ambientales<sup>17</sup></li> <li>• Incremento de las tasas de contaminación</li> <li>• Uso de servicios en procesos constructivos</li> <li>• Desechos de los procesos constructivos<sup>18</sup></li> <li>• Limitación de la oferta de servicios ambientales</li> </ul>

Elaboración propia.

<sup>17</sup> La mano de obra con movimientos pendulares entre ciudades demanda servicios ambientales temporalmente.

<sup>18</sup> Estos incluyen el polvo vertido a la atmósfera y los volúmenes de sólidos derivados de los procesos constructivos.

En este sentido las políticas territoriales de mitigación y conservación implican el análisis de dos aspectos centrales para los disturbios ambientales: las particularidades económicas del espacio urbano y sus efectos en la concentración urbana, en términos de la cantidad de población y la ocupación del suelo por unidad de área –cuadro 3-<sup>19</sup>. Estos factores permiten desagregar la demanda de servicios ambientales, la modificación de las propiedades físicas del suelo que permite su recuperación<sup>20</sup> y la contaminación según el tipo de uso del suelo.

Cuadro 3. Estructuración urbana y efectos ambientales.

<b>Crecimiento urbano</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda de vivienda.</li> <li>• Demanda de servicios.</li> <li>• Demanda de comunicaciones.</li> <li>• Procesos de introducción de vivienda servicios e infraestructura progresivos y poco homogéneos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expansión física en área libre de urbanización intraurbana e interurbana.</li> <li>• Expansión progresiva de vías de comunicación.</li> <li>• Introducción de servicios subterráneos y superficiales costosos ambientalmente.</li> <li>• Contaminación de la atmósfera y el subsuelo por falta de accesibilidad de servicios o por su introducción progresiva.</li> <li>• Eliminación de cubierta forestal o agrícola.</li> </ul>
<b>Reestructuración urbana</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda de servicios.</li> <li>• Demanda de servicios ambientales.</li> <li>• Incremento de los flujos económicos y de población.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expansión física en área libre de urbanización intraurbana.</li> <li>• Reestructuración de los servicios urbanos.</li> <li>• Construcciones contaminantes y demandantes de servicios ambientales.</li> <li>• Densificación de superficie construida.</li> <li>• Densificación de demanda de servicios.</li> <li>• Circulación intensa en centros de población.</li> <li>• Movimientos pendulares empleo vivienda.</li> <li>• Contaminación atmosférica por la circulación y los movimientos pendulares.</li> <li>• Concentración de la circulación privada y pública.</li> </ul>

Elaboración propia.

<sup>19</sup> La concentración urbana genera contaminación en una escala mayor (O'Connor, 2001), sin embargo esta se complementa con los efectos del proceso de ocupación espacial, en el cual se sustituyen las propiedades físicas del espacio y su cubierta vegetal por área construida. En los países subdesarrollados la escala de este proceso es objeto de análisis y esfuerzos conjuntos para afrontar sus consecuencias negativas en la población y el ambiente (Sanchez, 2002).

<sup>20</sup> La disponibilidad de servicios ambientales es analizada principalmente en las reservas naturales. En la ciudad este estudio todavía es poco convencional.

En la ciudad la provisión de servicios ambientales esta condicionada por la disposición de suelo que cumple funciones de mitigación, regulación y recuperación. El área libre de urbanización es estratégica para este propósito, sin embargo la racionalidad económica de la estructuración urbana demanda un área efectiva de construcción para funcionar<sup>21</sup>, lo cual implica una ocupación ilimitada del suelo que además es favorecida por las políticas territoriales<sup>22</sup>.

La cantidad de población y el porcentaje de área libre de urbanización respecto al área construida pueden desagregarse según el uso del suelo, lo cual es una estimación aproximada del nivel de la oferta y la demanda de servicios ambientales y en consecuencia de la vulnerabilidad urbana local, que define los posibles escenarios de intervención de las políticas territoriales de mitigación y conservación. Por lo tanto las estrategias de mitigación y conservación están orientadas a la reducción de los efectos negativos en la población y el deterioro ambiental global, así como para mantener la viabilidad económica-social del sistema urbano en el mediano y largo plazo.

## **Conclusión**

La estructura espacial urbana es la expresión de la sociedad moderna. Esta se caracteriza por la aglomeración-circulación y porque la producción es la base de la organización espacial.

---

<sup>21</sup> En la sociedad moderna las actividades económicas estructuran la ciudad, estas incluyen la industria, la habitación, los servicios públicos, la circulación, el equipamiento y la infraestructura. De hecho la función económica de cada uso del suelo requiere determinada superficie de construcción y densidad de ocupación del suelo.

<sup>22</sup> La "función ambiental" de los usos del suelo no existe como un requerimiento urbano, de hecho este se concentra en los "destinos públicos", los cuales incluyen infraestructura y equipamiento (SAHOP, 1980), sin embargo estos son insuficientes.

La estructuración urbana es un proceso de readaptación espacial que persigue la división económica y social más rentable y que es posible debido a la intervención de instrumentos de organización espacial. En la readaptación económica el suelo es un factor esencial que se consume sin restricciones y debido a esta racionalidad el espacio urbano también se caracteriza por el incremento de la demanda de servicios ambientales y la contaminación.

La estructuración urbana garantiza la división económica y social más rentable, sin embargo los efectos directos e indirectos en la población y el ambiente no aseguran la viabilidad de este proceso, por el contrario limitan progresivamente sus plazos. De hecho el reconocimiento de deseconomías de aglomeración y externalidades negativas prueba la importancia de esta limitante.

Las deseconomías de aglomeración y las externalidades negativas dan cuenta de algunos efectos en la población y el ambiente, pero no están orientados a la prevención o la conservación. La sociedad moderna demanda servicios ambientales y contamina a tal escala que limita progresivamente la viabilidad urbana y con ello cancela su principal estructura espacial, por lo tanto son necesarias políticas territoriales que incorporen estrategias de mitigación y conservación.

Las estrategias de mitigación y conservación requieren análisis locales. La viabilidad urbana esta condicionada por la disponibilidad de servicios ambientales y la contaminación, por lo tanto la concentración y los patrones de ocupación del suelo permiten determinar precisamente la disponibilidad de suelo necesaria para cubrir funciones de mitigación, regulación y recuperación. En la ciudad el área libre de urbanización es estratégica para este propósito.

Por lo tanto la mitigación y la prevención locales exigen algunos aspectos metodológicos particulares. Estos incluyen la determinación de las causales económicas de la estructuración urbana en turno, así como sus efectos en la población y el ambiente. Al mismo tiempo es necesario el análisis de los instrumentos de organización espacial para el replanteamiento de las políticas de concentración urbana vigentes.

## 2. Valoración ambiental

En la estructuración urbana se da la división económica y social del espacio más rentable, sin embargo este esquema de ocupación del suelo genera efectos negativos en la población y el ambiente, los cuales son identificados dentro del sistema económico como deseconomías de aglomeración y externalidades negativas con el propósito de estimar y transferir sus costos y sin ningún carácter preventivo.

La sociedad moderna demanda servicios ambientales y contamina a una escala e intensidad que limita progresivamente la viabilidad de su principal estructura espacial. Los instrumentos de organización espacial convencionales están orientados principalmente a la estructuración urbana más rentable, sin embargo existe una metodología de análisis urbano ambiental –AUA- en construcción, la cual se concentra en aspectos correctivos referidos a la modificación de las condiciones de vida de la población (Jordan, 1998), (Píres, 2000), la planeación participativa (Sánchez, 2002) y la conservación del patrimonio natural o el área libre de urbanización (Emelianoff, 1998) (GICC, 2001)<sup>1</sup>.

La estructura espacial del sistema económico predominante poco asegura su viabilidad económica y social sino se incorporan dos variables centrales al AUA. Estas incluyen la determinación de las causales económicas de la estructuración urbana, así como reconocimiento de la dependencia ambiental del sistema urbano (CEPAL, 2002), (O'Meara, 2003), (Martínez, 1997)<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> El documento dirigido a diseñadores de políticas recomienda la conservación o restauración ambiental de las áreas urbanas sin ningún tipo de ocupación.

<sup>2</sup> Esta perspectiva de análisis tiene una amplia relación con la ciencia del uso de la tierra o el manejo integrado de recursos, los cuales se refieren a los enfoques, metodologías e instrumentos

En esta perspectiva es posible el tránsito a estrategias territoriales de mitigación y conservación, sin embargo en la práctica las variables del AUA no argumentan contra la racionalidad económica de la organización espacial. Con este propósito y para comparar las ventajas y desventajas del desarrollo urbano ambiental es que se sugiere el uso del instrumento económico de valoración ambiental.

El análisis costo beneficio (ACB) en particular es utilizado para demostrar la importancia ambiental de las áreas naturales<sup>3</sup> protegidas. En sentido estricto este instrumento permite decidir las políticas más adecuadas para su manejo y conservación. Respetando este principio se propone aplicar el ACB al área libre de urbanización disponible en el espacio urbano<sup>4</sup>, donde pueden completarse procesos de mitigación, regulación y recuperación de los servicios ambientales y la contaminación, los cuales están fragmentados en el interior de la ciudad.

El ACB del área libre de urbanización es una metodología poco convencional en el ámbito urbano, de la misma forma en que sus conclusiones lo son para las políticas territoriales. No obstante este instrumento económico resulta útil para demostrar el papel central del área libre de urbanización en las políticas de mitigación y conservación ambiental en la ciudad, las cuales enfrentan factores económicos que presionan su disponibilidad.

---

sistémicos de información transdisciplinaria a distintas escalas y niveles de complejidad, para abordar los efectos negativos económicos, sociales y ambientales con base en el uso ordenado de la tierra (Viglizzo, 2001), (Monroy, 1995).

<sup>3</sup> Los instrumentos de valoración ambiental son aplicados principalmente a áreas de conservación, zonas protegidas y reservas ecológicas. Esta metodología es poco convencional para la ciudad. Algunos casos se registran en América del Norte y Europa (Fausold, 1996), (Benedict, 2000), (Giannias, 1998).

<sup>4</sup> Por sus características de aglomeración la ciudad dispone de pocas áreas abiertas (Giglo, 2001), (Hough, 1995). El área libre de urbanización es el único sector urbano donde pueden cubrirse funciones de mitigación, regulación y recuperación ambiental

## **Políticas territoriales de conservación**

En la ciudad las políticas territoriales están orientadas a reproducir los patrones de concentración que aseguren la rentabilidad. Esta organización del suelo tiene efectos adversos para la viabilidad económica y social urbana, por lo que resultan necesarias estrategias de prevención y conservación.

La valoración ambiental permite registrar algunos efectos negativos ocasionados por la economía. En la ciudad este instrumento económico también es útil para replantear la organización espacial con base en estrategias territoriales de mitigación y conservación (Button, 2002).

No obstante los análisis urbanos convencionales y las políticas territoriales oficiales (SEDESOL, 2001) están por sostener la rentabilidad de los patrones de concentración urbana e incluso se limitan a identificar los factores de localización y competitividad o simplemente a clasificar el sistema urbano en función de estos (Unikel, 1978), (Aguilar, 1996)<sup>5</sup>.

Las concentraciones urbanas son sistemas dependientes ambientalmente<sup>6</sup>. De hecho en algunos informes mundiales la "capacidad ambiental disponible" hace a los sistemas urbanos vulnerables (Banco Mundial, 2002) o por el contrario contar con una ventaja comparativa (Mosha, 1994), (Bartone, 2001). Por lo tanto estas condiciones son centrales para la viabilidad de la estructura espacial urbana.

---

<sup>5</sup> El sistema de ciudades se define como el agrupamiento en orden sucesivo de importancia de las ciudades con base en factores como el tamaño de población urbana así como el de sus funciones económicas especializadas, las cuales tienen diferentes flujos. Según el PNDUOT "El Sistema Urbano Nacional (SUN) es una forma de entender el espacio urbano bajo un enfoque sistémico que permite conocer y analizar el territorio nacional a través de su estructura económica urbana".

<sup>6</sup> Debido a que estos tienen una demanda ambiental particular según la especialización económica y la ocupación social del espacio.

La dependencia ambiental de la ciudad implica una red compleja de relaciones. Los primeros pasos en este reconocimiento se concentran en el análisis de los servicios ambientales y la contaminación, lo cual significa un importante avance para los estudios urbanos ambientales, así como para el diseño de políticas territoriales específicas.

### **Servicios ambientales y factores de origen humano**

Los servicios ambientales son productos derivados de la combinación de diversos procesos de la naturaleza que son aprovechados por el hombre (Enkerlin, 1997)<sup>7</sup>. Estos sufren deterioros físicos debido a los patrones de uso y los niveles de contaminación, los cuales pueden alcanzar dimensiones económicas (Tietenberg, 2000). Por sus características la ciudad genera el mayor índice de disturbio o modificación<sup>8</sup>.

En condiciones normales la situación ambiental depende de los factores físicos clima, vegetación, relieve y suelo. El clima y los elementos del tiempo determinan el estado de la atmósfera en cualquier momento y lugar y modifican a los otros factores físicos<sup>9</sup> (García, 1989). Las causas naturales que hacen variar el clima en un sitio son la latitud, altitud, relieve, distribución de las tierras y aguas – cuadro 4-, así como la combinación de procesos energéticos en la atmósfera, en los que intervienen el aire y el sol.

---

<sup>7</sup> En términos biológicos, los fundamentos de la sostenibilidad de un ecosistema –al que pertenece el espacio urbano- depende de interacciones caracterizadas por la estructura trófica, el flujo de energía, los ciclos de la materia y la diversidad biológica.

<sup>8</sup> La intervención en el sistema ambiental disminuye conforme se acerca al ámbito rural.

<sup>9</sup> El clima es el estado mas frecuente del sitio comprendiendo sus extremos y variaciones, mientras que el tiempo es la suma de las propiedades físicas de la atmósfera que refleja su estado momentáneo.

Cuadro 4. Factores físicos del estado de la atmósfera

<b>Factores físicos</b>	<b>Estado de la atmósfera</b>	<b>Factores climáticos</b>
Clima Vegetación Formas de relieve Suelo	Tiempo <sup>10</sup>	Altitud Altitud Relieve Distribución de tierras y aguas
	Clima	

Elaboración propia basada en García, Enriqueta. 1989. Apuntes de Climatología.

En este sentido la variación de la temperatura en la atmósfera y la transmisión de calor entre los cuerpos son los procesos energéticos en los que más intervienen las actividades humanas<sup>11</sup>. Los contaminantes atmosféricos y las propiedades físicas del área urbana en particular forman una capa absorbente<sup>12</sup> que permite mayor retención de energía –cuadro 5- y ocasiona las islas de calor urbano. Este proceso afecta el estado de la atmósfera<sup>13</sup> y al mismo tiempo reduce la oferta de servicios ambientales.

Cuadro 5. Factores humanos que afectan el estado de la atmósfera.

<b>Factores climáticos</b>	<b>Funciones</b>	<b>Factores humanos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aire</li> <li>• Sol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condensación</li> <li>• Precipitación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polvo atmosférico.</li> <li>• Transito vehicular</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gases permanentes</li> <li>• Vapor de agua</li> <li>• Polvo atmosférico</li> <li>• Fuente de energía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absorción de energía</li> <li>• Dispersión de luz</li> <li>• Calentamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividad económica</li> <li>• Perdida de vegetación</li> <li>• Pavimento sólidos</li> <li>• Área construida.</li> </ul>

Elaboración propia basada en García, Enriqueta. 1989. Apuntes de Climatología.

En la ciudad el estado de la atmósfera es afectado por factores de origen humano, los cuales incluyen:

- a. El incremento de los volúmenes y la concentración de gases permanentes en la atmósfera.

<sup>10</sup> Los elementos del tiempo son la temperatura, precipitación y humedad, dirección y fuerza del viento, presión atmosférica, nubosidad, radiación y visibilidad.

<sup>11</sup> Los procesos energéticos son ocasionados por la agitación de las moléculas, reflejándose en forma de calor. De hecho la tierra concentra la insolación en la capa superficial, por lo que se calienta más rápido ya que absorbe cerca del 43 % y la trasmite por conducción, convección o radiación.

<sup>12</sup> La mezcla de gases permanentes, vapor de agua, polvo atmosférico, ozono, oxígeno y dióxido de carbono absorben energía de acuerdo a sus concentraciones.

<sup>13</sup> El estado del tiempo tiene un valor de uso relevante para la viabilidad económica y social de las ciudades. Estas modifican la oferta de servicios ambientales debido a los factores construidos.

- b. La diversificación y el incremento de las partículas de polvo.
- c. La ocupación física de espacio que implica la densificación con concreto, asfalto y construcciones.
- d. La desertificación o eliminación de la cubierta vegetal (GICC, 2000)<sup>14</sup>.

Los factores de origen humano afectan a todo el sistema ambiental. Este se clasifica en funciones asociadas a la actividad humana, las cuales pueden ser de regulación, producción, soporte e información (Toledo, 1998) (De Groot, 2002), (Limburg, 2002) –cuadro 6-. Estas reducen la complejidad ambiental (Odum, 1972)<sup>15</sup> y así se utilizan para el análisis económico.

Cuadro 6. Funciones y servicios ambientales.

<b>Regulación (Mantienen la actividad económica y el bienestar humano).</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección radiación.</li> <li>• Regulación climática.</li> <li>• Prevención de la erosión.</li> <li>• Almacenaje y reciclamiento de desechos.</li> <li>• Mantenimiento de la biodiversidad.</li> </ul>
<b>Producción (Proporciona recursos básicos).</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxígeno, agua, alimentos.</li> <li>• Materias primas.</li> <li>• Energía y combustible.</li> <li>• Minerales.</li> <li>• Recursos bioquímicos.</li> <li>• Recursos genéticos.</li> </ul>
<b>Soporte (Proporcionan espacio y sustrato inter alia)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habitación</li> <li>• Agricultura.</li> <li>• Industria.</li> <li>• Recreación.</li> <li>• Conservación de la naturaleza.</li> </ul>
<b>Información (Proporcionan beneficios estéticos, culturales y científicos).</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información estética.</li> <li>• espiritual.</li> <li>• Información religiosa.</li> <li>• Educación.</li> <li>• Información científica.</li> <li>• Información potencial.</li> </ul>

Elaboración propia basada en Toledo, Alejandro. 1998. Economía de la biodiversidad. De Groot, Rudolf S., Mathew A. Wilson y Roelof M. J. Boumans, 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. Limburg, Karin E., Robert V. O'Neill, Robert Constanza y Stephen Barber, 2002. Complex systems and valuation.

<sup>14</sup> Estos factores construidos no son los únicos, pero los sí más intensos y que caracterizan a la ciudad.

<sup>15</sup> La valoración ambiental de los servicios y funciones ambientales es relativamente reciente, sin embargo estas fueron reconocidas con anterioridad debido a su importancia para las actividades humanas.

La salud del sistema ambiental es central para las actividades humanas. Las funciones ambientales de interés urbano se refieren principalmente a la oferta y la demanda de agua y aire -cuadro 7- (Rosegrant, 2002), (Baumert, 2002), (Banco Mundial, 1996), pero también están asociadas a aspectos culturales y de recreación (Yassi, 2002).

Cuadro 7. Funciones ambientales de interés urbano.

<b>Regulación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Composición química atmosférica</li> <li>• Balance de CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>, niveles de Sox</li> <li>• Temperatura global, precipitación y procesos climáticos</li> <li>• Gases de efecto invernadero</li> <li>• Regulación de los flujos hidrológicos</li> <li>• Provisión de agua</li> </ul>
<b>Oferta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenamiento de agua.</li> <li>• Retención de agua.</li> <li>• Provisión de agua a cuencas, reservorios y acuíferos.</li> </ul>
<b>Recreación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades recreativas</li> <li>• Ecoturismo</li> </ul>
<b>Cultural</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usos no comerciales</li> <li>• Estética.</li> <li>• Artística.</li> <li>• Educacional.</li> <li>• Espiritual.</li> <li>• Valores científicos.</li> </ul>

Elaboración propia basada en De Groot, Rudolf S., Mathew A. Wilson y Roelof M. J. Boumans, 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. Limburg, Karin E., Robert V. O'Neill, Robert Constanza y Stephen Barber, 2002. Complex systems and valuation.

El deterioro de las funciones ambientales es una restricción para la viabilidad económica social de la ciudad. La valoración ambiental permite analizar esta condición y es útil para estructurar políticas territoriales de conservación. Estas dependen de la disponibilidad de núcleos físicos o áreas libres de urbanización, que son espacios sin ningún tipo construcción en el área intraurbana o interurbana (Secretaría de desarrollo urbano y vivienda, 1997)<sup>16</sup> y donde se cumplen la mitigación, la regulación y la recuperación ambiental.

<sup>16</sup> El área libre de urbanización en el interior de la ciudad o en su frontera territorial esta definida en las normas oficiales como áreas libres, el concepto incluye el porcentaje de espacio no construido

## Valoración ambiental

La economía ambiental propone métodos de valoración donde se asume algún grado de dependencia ambiental en términos de la prevención de su depreciación ocasionada por los desechos<sup>17</sup> y la reducción de su oferta (Schulze, 1999), (Nordhaus, 2003) –cuadro 8-. Los efectos en el ambiente son considerados externalidades negativas y deseconomías de aglomeración por su condición externa al sistema económico y que son susceptibles de incrementar los costos de los procesos de producción (O'Connor, 2001), (Martínez, 1995), (Polèse, 1998).

Cuadro 8. Sistema económico y ambiente.

Energía		<b>Ambiente</b>		Contaminación aire
Aire		Firmas (producción)		Contaminación sólidos
Agua	<b>Aportación</b>	<b>Economía</b>	<b>Efectos</b>	Contaminación en calor
Recreación		Viviendas (consumo)		Contaminación agua
		Materia prima		

Fuente: Tietenberg, Tom. 2000. Environmental and natural resource economics.

Con la valoración ambiental se asume que existe la disposición a intercambiar algo valioso por la mejora ambiental (Kolstad, 2001), lo cual puede equilibrar las actividades productivas y las políticas de conservación<sup>18</sup> (García, 2000). Este instrumento económico sugiere la aplicación de políticas ambientales, mecanismos o regulaciones de mercado para prevenir cualquier externalidad negativa (Pinchot, 1994), con base en el reconocimiento de ganancias y pérdidas (beneficios B y costos C)<sup>19</sup> por el mejoramiento ambiental (Tietenberg, 2000)

---

por predio, las áreas ocupadas en recreación y el área de conservación patrimonial o de valor ambiental.

<sup>17</sup> Estos pueden ser sólidos y en forma de energía, según la segunda ley de la termodinámica o ley de la entropía.

<sup>18</sup> El ACB estima la pérdida de bienestar social ocasionado por el deterioro ambiental, con base en la comparación de costos y beneficios en unidades monetarias, lo cual puede contribuir a maximizar los beneficios e internalizar las externalidades sin incrementar los precios, pero favoreciendo la ecología.

<sup>19</sup> Cuando los beneficios son mayores que los costos ( $B > C$  ó  $B/C > 1$ ), entonces se apoyan las políticas de conservación.

## Tipos de valoración

La valoración ambiental incluye diferentes métodos que pueden clasificarse en directos e indirectos –cuadro 9-.

Cuadro 9. Métodos económicos de valoración ambiental.

Métodos	Comportamiento observado	Hipotéticos
Directos	Precio de mercado	Valuación contingente
	Mercados simulados	
Indirectos	Costo de viaje	Clasificación contingente
	Valores de propiedad hedónica	
	Valores de salarios hedónicos	
	Eliminación de gastos	
	Viviendas (consumo)	

Elaboración propia basada en Tietenberg, Tom. 2000. Environmental and natural resource economics. EPA. 2000. Guidelines for preparing economic analyses.

Los métodos de valoración directa pueden ser:

1. De observación directa que son estimados en el valor de la pérdida.
2. Los hipotéticos o de valuación contingente<sup>20</sup> proveen los medios para derivar los valores que no son obtenidos tradicionalmente. Estos consiste en una encuesta sobre el valor que las personas le dan al bien o servicio.

Los métodos de valoración indirecta infieren el valor en lugar de estimarlo,

en esta clasificación hay más diversidad:

1. El costo de viaje infiere el valor de sitios recreacionales usando información de cuanto gastan los visitantes para llegar y con base en esta se construye una curva de demanda de las intenciones a pagar. En esta estimación intervienen el número de visitas al sitio, de las cuales se construye una función de demanda viaje-costos o por la decisión de las personas de visitarlo en lugar de otros debido a las características de conservación o deterioro ambiental.

---

<sup>20</sup> En este aspecto se subrayan la desviación estándar de las respuestas como consecuencia de los tipos de población y características socioeconómicas.

2. El valor hedónico es utilizado para estimar el valor de sitios recreacionales usando información de cuanto gastan los visitantes para llegar al sitio y construye una curva de demanda de las intenciones a pagar.
3. Los valores hedónicos del salario permiten aislar el componente que permita compensar los riesgos tomados en cierta clase de actividades.
4. Los gastos defensivos equivale a los costos derivados del mejoramiento ambiental, son medidas preventivas.
5. El ranking de contingencia se basa en encuestas aplicadas a la población sobre las cualidades de un sitio respecto a sus condiciones de deterioro.

### **Desventajas de la valoración ambiental**

La valoración ambiental tiene desventajas conceptuales y metodológicas<sup>21</sup>, las cuales incluyen:

- a. Asumir un papel correctivo y no preventivo. Esto implica una falta de reconocimiento del origen de los efectos negativos sociales y ambientales, el cual esta en la racionalidad económica capitalista cuyo desarrollo depende del crecimiento económico basado en la acumulación, reproducción y expansión del capital<sup>22</sup> (Redcliff, 1994), (Leff, 1994), (Marx, 1864).
- b. Considerar al ambiente un bien público que puede valorarse, aun cuando no es resultado del trabajo social, ni es intercambiado en ninguno de los mercados existentes.

---

<sup>21</sup> Es reconocido que los métodos de valoración ambiental son poco convencionales, subjetivos e ineficientes.

<sup>22</sup> Lo cual implica que el incremento infinito de la capacidad productiva es sobreestimado, a pesar de ser la lógica que ocasiona los efectos negativos en la población y el ambiente.

- c. Reducir la complejidad ambiental a los aspectos de los que solamente es posible reunir un marco de información, lo cual lleva a una visión segmentada de los procesos ambientales.
- d. Uniformizar las estimaciones monetarias de aspectos disímiles en beneficios netos.
- e. Interpretar como bienestar social el bienestar individual reflejado en la disposición a intercambiar algo valioso por la mejora ambiental.
- f. Uniformizar la disparidad de condiciones económicas de la población en términos de ingreso y gasto.
- g. Desestimar el problema que implica la oferta ambiental intergeneracional (Kopp, 1997).
- h. Condicionar las políticas ambientales solamente a aspectos metodológicos de evaluación de un rango apropiado de políticas alternativas, utilización del descuento de beneficios futuros, así como el uso de la probabilidad para fortalecer las conclusiones respecto al bienestar social (Field, 2003).

### **Análisis costo beneficio**

El análisis costo beneficio (ACB) es un instrumento económico utilizado principalmente para mejorar la calidad de las políticas públicas. En el marco del deterioro ambiental este es útil para sustentar políticas de conservación con base en los mismos principios de estimación de la valoración ambiental (Kopp, 1997), donde se prevé la mitigación y la prevención de las externalidades negativas y las deseconomías de aglomeración.

Esta técnica requiere la aplicación de otros métodos indirectos de valoración ambiental (Field, 2003), así como el reconocimiento de los cambios agregados en el bienestar social, los cuales se derivan de la satisfacción de las preferencias individuales.

El análisis costo beneficio (ACB) estima el total de beneficios que reflejan el deseo para pagar por el mejoramiento ambiental –DTP<sup>23</sup>-. Convencionalmente este se obtiene en la curva de demanda de un bien o servicio<sup>24</sup>. El beneficio económico de las funciones ambientales de interés urbano es asignado aun cuando estas son producidas sin ningún trabajo humano. En este caso los beneficios son considerados costos de oportunidad debido a que implican un beneficio neto perdido por la limitación de su aprovisionamiento. Para completar el ACB es necesario estimar los costos marginales que resultan del cambio de la política vigente y con base en la comparación de costos y beneficios es posible elegir entre políticas opuestas.

La diferencia entre los beneficios y los costos<sup>25</sup> o el contraste de políticas opuestas permite obtener como resultado beneficios netos (Farrow, 1998) e incluyen una temporalidad del análisis<sup>26</sup> previamente decidida. En este sentido el valor presente de un beneficio neto recibido en un numero de años equivale a PV

$$[Bn] = Bn / (1+r)^n.$$

---

<sup>23</sup> También es conocido como deseo total a pagar.

<sup>24</sup> La curva de la demanda mide la cantidad de un bien en particular que las personas están dispuestas a comprar a varios precios. En una situación típica una persona comprara menos un producto (o servicio ambiental) en tanto es mas alto su costo.

<sup>25</sup> Las políticas ambientales son evaluadas ex ante en la mayor parte de los casos. Los casos ex post son mínimos debido entre otras cosas a que la ejecución de políticas de conservación todavía esta poco difundida. Por lo tanto la aplicación del ACB para las políticas de conservación del área libre de urbanización permite comparar los beneficios perdidos debido a los patrones de ocupación del suelo y los costos de reducirlos o limitarlos.

<sup>26</sup> Si el resultado es estimado en dos periodos de tiempo es necesario comparar el beneficio neto recibido en ambos en valor presente. Para ello se incorpora el valor del tiempo del dinero con el interés compuesto  $X/(1+r)^2$ .

En el caso del valor presente de una variedad de beneficios netos en un periodo de tiempo equivale a PV  $[B_0, \dots, B_n] = \sum B_i / (1+r)^i$  (IIED, 2003). El proceso de calcular el valor presente es el descuento y la tasa utilizada es la tasa de descuento, la cual se llama así porque traduce el valor al presente. Cuando el calculo presente de los beneficios netos equivale a mas de cero la decisión o las políticas son apoyadas (Tietenberg, 2000).

No obstante debido a que los resultados del análisis costo beneficio requieren estimaciones monetarias que no son necesariamente exactas, ni siempre posibles porque son a nivel de correlación y no de causalidad, existen casos donde se plantean solamente escenarios para adaptar las decisiones políticas.

## **Metodología**

La metodología del análisis costo beneficio incluye:

- a. La definición del problema ambiental considerando las consecuencias o escenarios derivados de su falta de regularización.
- b. La identificación de las políticas alternativas incluyendo estándares y métodos de regulación.
- c. La identificación de los cambios potenciales derivados de la aplicación de políticas alternativas.
- d. La identificación de los aspectos dan lugar a beneficios o costos según su incidencia en el caso.
- e. La valoración económica de los costos y beneficios, con base en estimaciones monetarias directas o indirectas (Farrow, 1998).

## **Valoración económica de los costos y beneficios**

Para valorar los costos y beneficios es necesario identificar e inventariar sus categorías<sup>27</sup>, los cuales se anexan en una lista o matriz para sumarse. Después se asigna valor monetario a un stock o flujos provistos por el ambiente, cuyo valor total es resultado de tres componentes (Bartelmus, 1997) (EPA, 2000).

- a. El valor de uso que refleja el uso directo de la fuente ambiental.
- b. El valor de opción que refleja el valor que las personas le dan al uso futuro del recurso.
- c. El valor de no uso que es simplemente el valor de las cosas sin que se estén utilizando<sup>28</sup>.

## **Estimación de los costos**

En el ACB los costos son estimados por la pérdida de beneficios económicos o costos de oportunidad y de la misma forma que en la estimación de beneficios, estos dependen del bienestar individual. Los aspectos considerados como costos perdidos equivalen en la mayor parte de los casos a sustitutos en infraestructura y equipamiento para la mejora ambiental, los cuales son utilizados principalmente en procesos industriales, así como los costos ocasionados por los servicios individuales especializados en mejorar precisamente la infraestructura y el incremento en los costos de la producción, el reemplazo de productos o por dejar de producirlos.

---

<sup>27</sup> Los efectos pueden incluir aspectos de salud, pérdida del aprovechamiento de las actividades recreativas, daño a la vegetación, animales y materiales.

<sup>28</sup> Esta combinación de valores producen el deseo total a pagar (TWP = total willingness to pay), que equivale al valor de uso + valor de opción + valor de no uso.

Los costos son un conjunto de efectos de mercado, los cuales pueden clasificarse en dos niveles, el básico donde se ven afectadas directamente las empresas y los individuos debido a la modificación de sus condiciones normales de producción, lo cual reduce sus beneficios económicos e incrementa sus costos y el superior que incluye los efectos macroeconómicos de las políticas ambientales.

### Estimación de los beneficios

Los beneficios pueden clasificarse en efectos primarios y secundarios, en tangibles e intangibles<sup>29</sup> (Tietenberg, 2000). El ACB del área libre de urbanización es una metodología poco convencional debido a la fragmentación del suelo con “posibilidades ambientales”, sin embargo estas tienen beneficios en algunas categorías, las cuales incluyen salud, recreación, ecológicos y daños materiales – cuadro 10-..

Cuadro 10. Categorías de beneficios.

<b>Salud</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mortalidad</li> <li>• Morbilidad</li> </ul>
<b>Recreativos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sabor</li> <li>• Olor</li> <li>• Visibilidad</li> </ul>
<b>Beneficios ecológicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productos de mercado: comida, combustible, fibra, madera</li> <li>• No mercados: recreación y estéticos</li> <li>• Indirectos: servicios ambientales: regulación de la temperatura, recarga de acuíferos, retención de suelos, ciclo de nutrientes, polinización, biodiversidad, fertilización del suelo, control pesticida</li> <li>• No uso: existencia</li> </ul>

Elaboración propia basada en Tietenberg, Tom. 2000. Environmental and natural resource economics. EPA. 2000. Guidelines for preparing economic analyses.

<sup>29</sup> Estos deben ser cuantificados lo más extensamente posible y clasificarse en rangos que permitan observar o estimar el beneficio. Los beneficios tangibles pueden recibir un valor monetario y los intangibles no tienen esta propiedad por falta de información o dificultad de medición.

## **Conclusión**

Las políticas territoriales están orientadas a la estructuración urbana más rentable. El esquema resultante ocasiona efectos negativos en la población y el ambiente de tales proporciones que amenazan la viabilidad de la principal estructura espacial de la sociedad moderna. En este contexto los análisis urbanos ambientales proponen la elaboración de estrategias de prevención y conservación, que difícilmente se incorporan al instrumental jurídico o simplemente no alcanzan a ser argumentos suficientes para modificar la racionalidad económica de la organización espacial.

Sin embargo la mitigación y la conservación son parte de un proceso de largo alcance donde se subraya la necesidad de conservar el patrimonio natural, incorporar la planeación participativa y modificar las condiciones de vida de la población, mientras que las causales económicas de la estructuración urbana y la dependencia ambiental del sistema urbano se convierten progresivamente en variables centrales. La valoración ambiental ofrece una perspectiva económica de las ventajas y desventajas del desarrollo urbano ambiental y donde el ACB en particular permite decidir entre políticas territoriales opuestas, incluyendo aquellas orientadas a reproducir los patrones de concentración urbana o las que incorporan estrategias de prevención y conservación.

En el caso de las políticas urbanas la aplicación de este instrumento económico es poco convencional, sin embargo es útil para evidenciar que las concentraciones urbanas son sistemas dependientes ambientalmente y que por lo tanto este tipo de deterioro las vuelve vulnerables o con limitaciones para su funcionamiento económico y social.

Sin embargo la valoración ambiental también debe considerarse con reserva debido a que tiene algunas desventajas conceptuales y metodológicas. Entre las que sobresalen la reducción de la complejidad ambiental, así como su papel correctivo y la uniformización de las preferencias e ingresos.

Por lo tanto este instrumento económico se concentra en algunos aspectos de la intervención humana en la complejidad ambiental, principalmente aquellos de los que se dispone mayor información. Estos incluyen los procesos energéticos atmosféricos y la oferta de servicios ambientales, los cuales son afectados por el incremento y concentración de gases - partículas de polvo, la ocupación física con concreto - asfalto y por la eliminación de la cubierta vegetal.

Finalmente el criterio propuesto para aplicar la valoración ambiental en la ciudad consiste en estimar la capacidad para cubrir funciones ambientales por hectárea sin construir, ajustándose a la discontinuidad del espacio urbano. En esta propuesta se estiman los posibles beneficios obtenidos por la conservación ambiental y los costos ocasionados por la modificación de los patrones de ocupación del suelo predominante. Con base en este análisis de costo beneficio es posible definir algunas estrategias de mitigación y conservación para Cuernavaca.

### **3. Concentración urbana y beneficios económicos**

La concentración urbana es un esquema de organización territorial que refiere físicamente a la cantidad de población y la ocupación del suelo por unidad de área. Estas características dan lugar simultáneamente a una estructura espacial rentable y a un estado de vulnerabilidad urbana caracterizado por la modificación de las condiciones normales del ambiente.

La organización económica del territorio prevalece en el sistema urbano por lo que este es responsable en buena parte de la escala e intensidad del deterioro ambiental global y en consecuencia de las condiciones ambientales cada vez menos favorables para las actividades humanas<sup>1</sup> (Banco Mundial, 2002). De hecho los patrones de concentración urbana y sus efectos acumulativos ponen en riesgo la viabilidad económica y social de la ciudad en el corto y mediano plazo (Brown, 2001) por la vía de la restricción en la oferta y la demanda de servicios ambientales.

El creciente estado de restricción y vulnerabilidad ambiental demanda el replanteamiento de las políticas territoriales con el objeto de ajustar las características de la concentración urbana que lo generan. Para este propósito es necesario identificar los agentes económicos asociados al mercado de suelo local y estimar los patrones de concentración urbana en términos de la cantidad de población y la ocupación del suelo por unidad de área de la ciudad debido a que estos son centrales en la modificación de la disponibilidad de servicios ambientales.

---

<sup>1</sup> La contaminación atmosférica, los problemas de disponibilidad de agua y el incremento de la morbilidad en las ciudades describen esta condición (UN-HABITAT, 2005), (UNEP, 2005), (Sarukhán, José y Anne Whyte, 2005).

## Región

La concentración urbana es la expresión espacial predominante de la sociedad moderna. Esta se caracteriza por la cantidad de población y la ocupación del suelo por unidad de área –cuadro 11- y cuya escala e intensidad esta asociada a la modificación de las condiciones normales del ambiente.

Cuadro 11. Indicadores de concentración urbana.

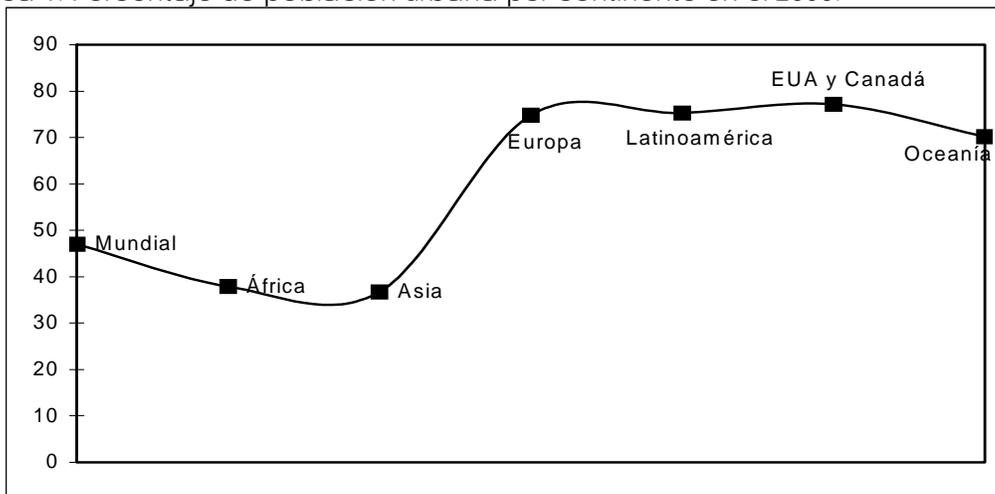
<b>Población urbana</b>	
<b>Tasa de urbanización</b>	Población urbana/población total.
<b>Ciudades de 100000</b>	Ciudades de 100000 habitantes/estado
<b>Densidad de ocupación local</b>	Población/área urbana
<b>Ocupación del suelo</b>	
<b>Área libre de urbanización</b>	Área libre de urbanización/área urbana

Elaboración propia basada en Haupt, Arturo. 1980. Guía rápida de población. Polèse, Mario. 1998. Economía regional y urbana.

### Población urbana

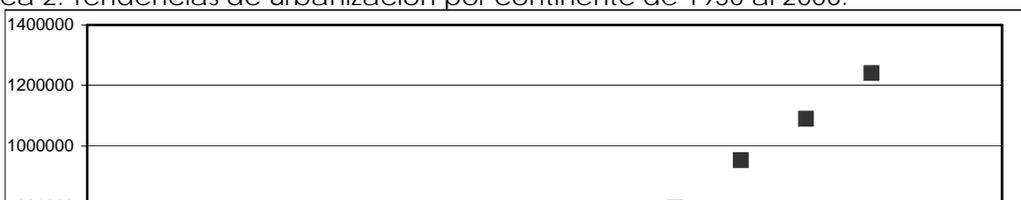
El 47 % de la población mundial habita en las ciudades (UN-HABITAT, 2005). Los continentes con mayor población urbana son Europa, América y Oceanía, -gráfica 1-, mientras que Asia, África y Latinoamérica tienen las mayores tasas de urbanización -gráfica 2-.

Gráfica 1. Porcentaje de población urbana por continente en el 2000.



Elaboración propia basada en United Nations Centre of Human Settlements. 2001. Cities in a globalizing world. Global report on human settlements 2001.

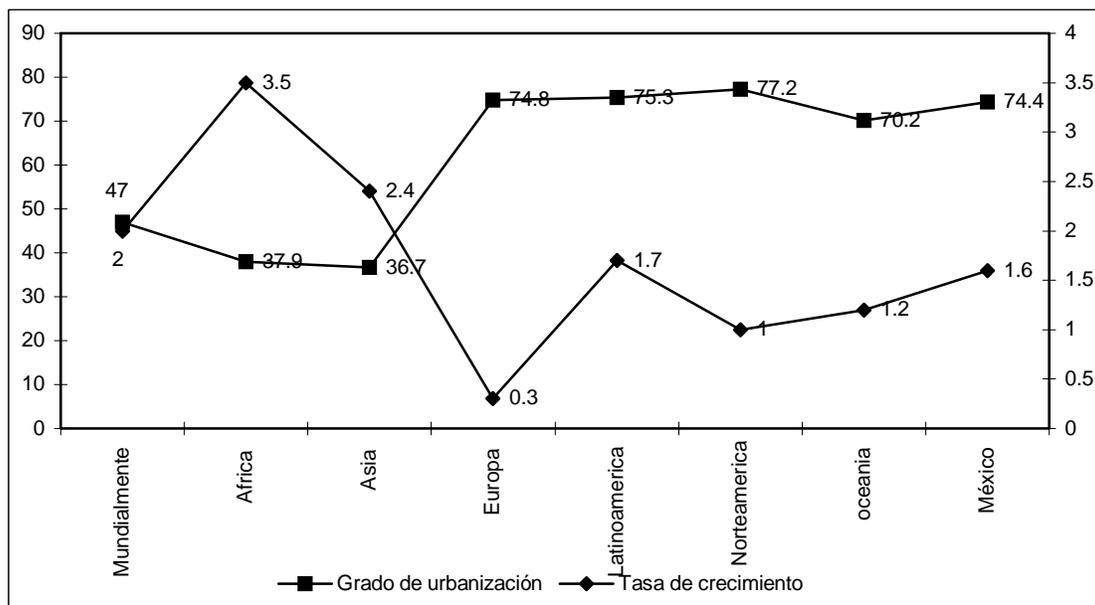
Gráfica 2. Tendencias de urbanización por continente de 1950 al 2000.



Elaboración propia basada en UNEP. 2001. World Urbanization Prospects: The 1999 Revision. UNPD. 2002. World Urbanization Prospects: The 2001 Revision.

México en particular cuenta una proporción de población urbana por arriba del promedio mundial, mientras que su tasa de crecimiento es de 1.6 % anual -gráfica 3-. En el 2005 se registraron 63,234,553 habitantes urbanos y 364 ciudades en el sistema urbano (CONAPO, 2005) -cuadro 12-.

Gráfica 3. Población urbana y tasa de urbanización de México y mundialmente.



Elaboración propia basada en HABITAT. 2001. Cities in a globalizing world. Global report on human settlements 2001. UNPD. 2002. World Urbanization Prospects: The 2001 Revision.

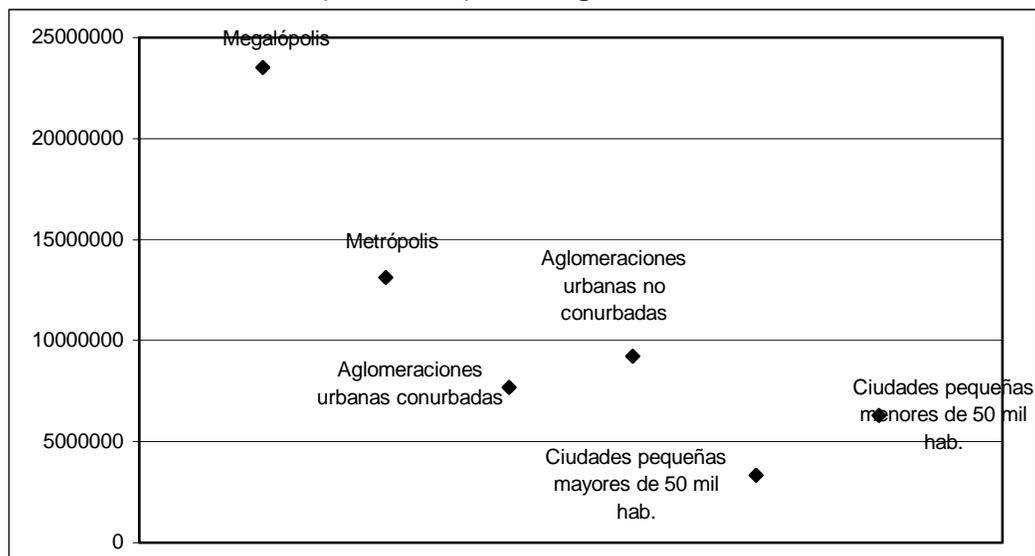
Cuadro 12. Concentración de población por categoría de ciudad en México.

<b>Republica mexicana</b>	<b>Ciudades</b>	<b>Población</b>	<b>Tasa de crecimiento</b>
Población total		97 483 412	1.9
Total urbano	364	63 234 553	2.3
Total no urbano		34 248 859	1.1
<b>Sistema urbano nacional</b>		<b>Categorías</b>	
Megalópolis	8	23 526 127	2.0
Metrópolis	10	13 126 115	2.7
Aglomeraciones urbanas conurbadas	17	7 696 035	2.1
Aglomeraciones urbanas no conurbadas	34	9 238 024	2.9
Ciudades pequeñas mayores de 50 mil hab.	47	3 337 834	2.1
Ciudades pequeñas menores de 50 mil hab.	248	6 310 418	1.9

Elaboración propia basada en CONAPO. 2001. Sistema Urbano Nacional: Población y tasas de crecimiento, 1990-2001.

La organización económica del territorio prevalece en el sistema urbano nacional, lo cual lleva a concentraciones urbanas con características y patrones de distribución regional asociados a los índices de deterioro y restricción ambiental<sup>2</sup>. La mayor aglomeración y la más importante en este sentido se localiza en el centro del país<sup>3</sup> donde habita 24.13 % de la población total en 5 % del territorio -plano 1- (CONAPO, 200)

Gráfica 4. Concentración de población por categoría ciudad.



Elaboración propia basada en CONAPO. 2001. Sistema Urbano Nacional: Población y tasas de crecimiento, 1990-2001.

<sup>2</sup> En México el sistema urbano es causa de deforestación y contaminación (SEMARNAT, 2000)

<sup>3</sup> La región de conurbación del centro del país (RCCP) o la megalópolis central de México.

Plano 1. Concentración en la región de conurbación del centro del país –RCCP-.

Elaboración propia basada en INEGI, 2002. Sistema Nacional de asentamientos humanos por estado.

La aglomeración central integra al menos a siete estados, Distrito Federal, México, Morelos, Tlaxcala, Querétaro, Puebla e Hidalgo, donde se desarrolla la mayor actividad económica del país, pero al mismo tiempo se registran los más altos índices de población y ocupación del suelo por unidad de área –cuadro 13, plano 2-.

Cuadro 13. Región de conurbación del centro del país.

<b>Zona metropolitana</b>	<b>Estados</b>	<b>Área urbana (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>Densidad de población (Hab/km<sup>2</sup>)</b>
Ciudad de México	DF	478.9	37465
Puebla – Tlaxcala	Puebla	1573.2	1411
	Tlaxcala		
Toluca	México	1230.5	936
Querétaro	Querétaro	2189.3	360
Cuernavaca	Morelos	697.7	1011
Pachuca	Hidalgo	632.2	455
Cuatla	Morelos	665.5	357
Tlaxcala	Tlaxcala	247.6	784

Elaboración propia basada en CONAPO. 2001. Sistema Urbano Nacional: Población y tasas de crecimiento, 1990-2001. INEGI. 2002. XII Censo general de población y vivienda.

## Plano 2. Región de conurbación del centro del país.

Elaboración propia basada en INEGI, 2002. Sistema Nacional de asentamientos humanos por estado.

En este sentido la actividad económica regional genera 40 % del PIB nacional y se compone principalmente de servicios financieros, profesionales, administración pública, comunicaciones y manufactura, los cuales contribuyen a la configuración de los usos del suelo de la aglomeración urbana –cuadro 14- (OCDE, 1997). Según los reportes económicos la manufactura es la actividad económica predominante –cuadro 15-, mientras que la rama de servicios ocupa a cerca de dos tercios de la población económicamente activa –cuadro 16-.

Cuadro 14. Principales actividades económicas por estado.

<b>Estados</b>	<b>Actividades económicas por estado</b>
DF	Servicios avanzados
Hidalgo	Minería, petróleo y gas
México	Transporte, manufactura, agua y electricidad.
Morelos	Servicios, educación y salud e intelectuales
Puebla	Actividades agrícolas
Querétaro	Construcción, minería y manufactura
Tlaxcala	Manufactura, agricultura y construcción

Fuente: H. Negrete, María Eugenia. 1999. Desconcentración poblacional en la región centro de México. Estudios demográficos y urbanos.

Cuadro 15. Participación económica por actividad. 1970- 2000.

	DF	México	Puebla	Hidalgo	Tlaxcala	Querétaro	Morelos
<b>Actividades primarias</b>							
1970 - 1980	5.5	7.2	5.6	10.5	8.9	10.4	9.3
1980 - 1988	-10.0	-3.1	-1.0	.3	5.4	5.7	3.0
1988 - 1993	10.3	-8	2.1	1.9	5.1	3.1	6.7
<b>Actividades secundarias</b>							
1970 - 1980	5.4	7.7	7.8	10.5	8.9	10.4	9.3
1980 - 1988	-2.2	-0.1	-1.5	.3	5.4	5.7	3.0
1988 - 1993	5.8	3.3	6.1	1.9	5.1	3.1	6.7
<b>Actividades terciarias</b>							
1970 - 1980	6.0	12.9	7.2	6.7	7.8	8.9	7.4
1980 - 1988	-1.5	1.5	1.8	6.6	4.4	5.1	3.4
1988 - 1993	3.2	2.6	2.7	1.0	1.3	8.3	7.0

Fuente: Chávez, Ana María y Julio Guadarrama. 2000. La transformación económica y migratoria de la región centro de México en el contexto de la crisis en Eure.

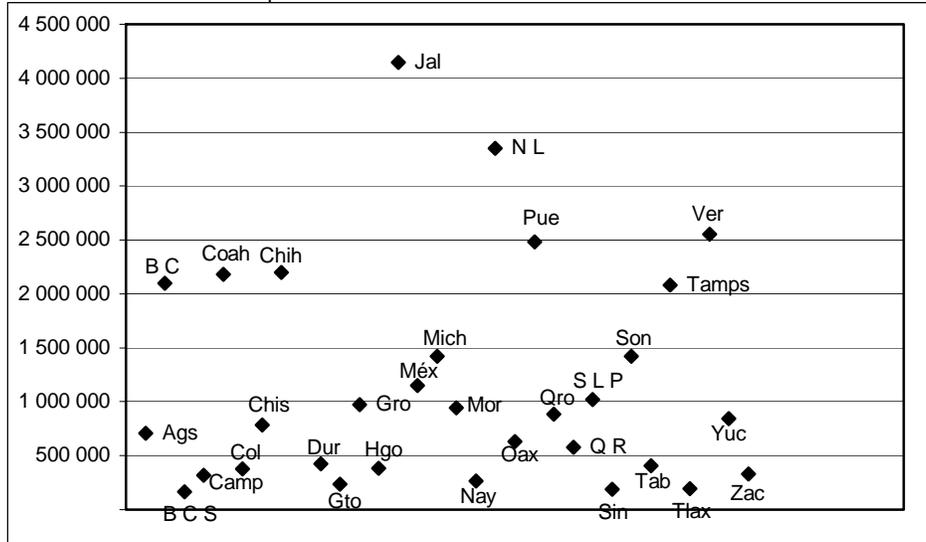
Cuadro 16. Actividades económicas en la región centro del país.

Estados	PEA	Primaria	Secundaria	Terciaria	Estructura económica
DF	49757780	4.95	32.04	63.01	Industrial y terciaria
Hidalgo	59752	4.13	26.40	69.47	Terciaria
Estado de México	208213	7.58	35.30	57.12	Industrial y terciaria
Morelos	144330	6.53	33.07	60.40	Industrial y terciaria
Puebla	366187	5.58	35.2	57.91	Industrial y terciaria
Querétaro	131012	4.27	36.09	59.64	Industrial y terciaria
Tlaxcala	25193	8.09	33.27	58.64	Industrial y terciaria

Fuente: Sobrino, Jaime. 1992. Tendencias de la urbanización mexicana hacia finales del siglo en Estudios demográficos y urbanos.

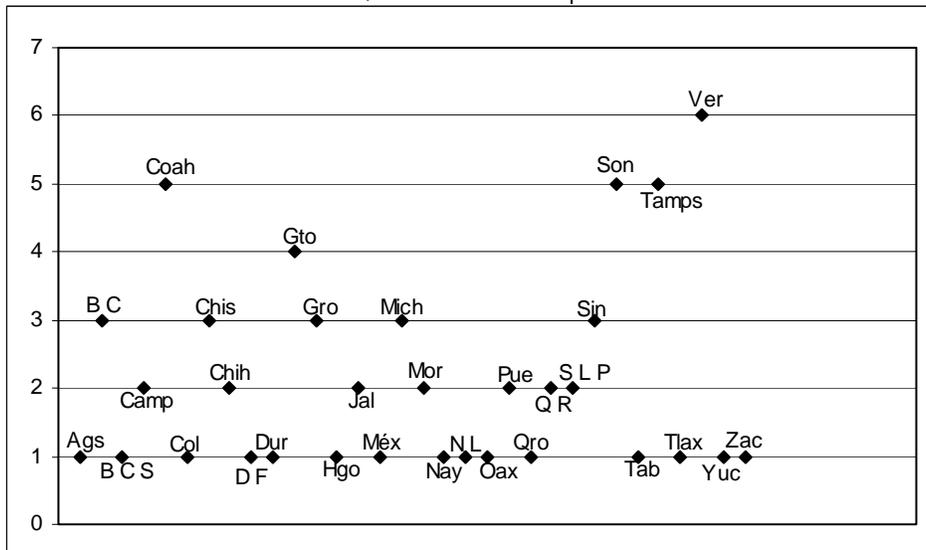
La distribución regional de las concentraciones urbanas también registra 61 ciudades de 100,000 habitantes o más dispersas en el territorio nacional y con algún grado de conurbación, así como 295 ciudades menores de 100,000 habitantes -gráfica 4-. El saldo de la configuración territorial tiene al Distrito Federal y Estado de México con 10 millones de habitantes urbanos, a Jalisco, Nuevo León, Puebla y Veracruz con más de 2 millones y a tres cuartas partes de las entidades con 750,000 al menos -gráfica 5-. Por estado Veracruz registra seis ciudades de 100,000 habitantes o más, Coahuila, Sonora, Tamaulipas, Guanajuato, Sinaloa, Michoacán, Guerrero, Chiapas, Baja California Norte entre tres y cinco y el resto de las entidades hasta dos -gráfica 6-. Las características de la concentración urbana pueden ser indicativas del nivel de restricción ambiental y vulnerabilidad urbana que enfrentan.

Gráfica 5. Población urbana por entidad.



Elaboración propia basada en CONAPO. 2001. Sistema Urbano Nacional: Población y tasas de crecimiento, 1990-2001. México.

Gráfica 6. Ciudades con más de 100,000 habitantes por estado.



Elaboración propia basada en CONAPO. 2001. Sistema Urbano Nacional: Población y tasas de crecimiento, 1990-2001.

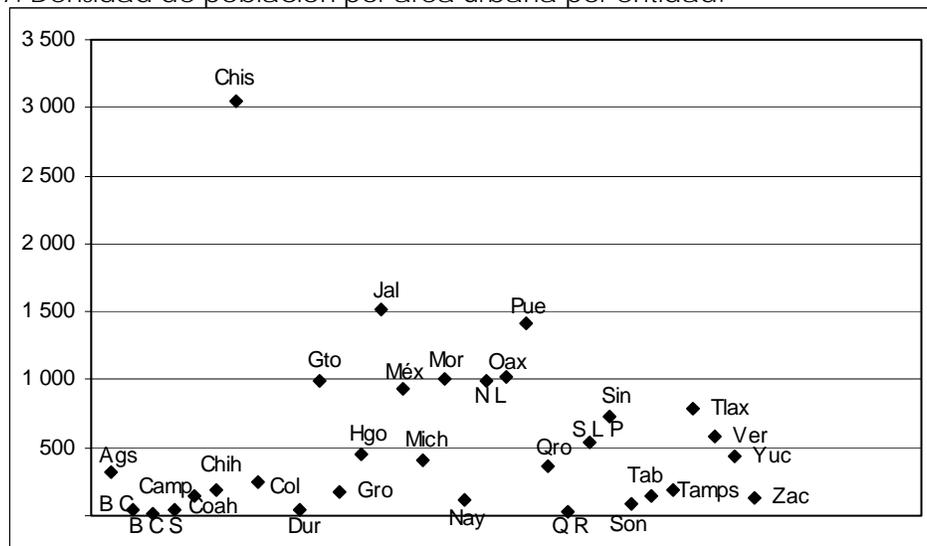
### Ocupación del suelo

Las actividades económicas generan patrones intensivos de concentración urbana donde la cantidad de población y la ocupación del suelo por unidad de área afectan la disponibilidad ambiental necesaria para la viabilidad económica y social de la ciudad.

En condiciones normales la capacidad de carga de cualquier sitio se refiere a la cantidad de recursos suficiente para sostener a un número máximo de organismos (Portilla, 1990). Por sus características las concentraciones urbanas desarticulan la complejidad de procesos naturales involucrados en el funcionamiento del hábitat, lo cual da lugar a un estado creciente de restricción ambiental donde pueden registrarse al menos dos aspectos<sup>4</sup>, el incremento de la demanda de servicios ambientales y la reducción de su oferta.

La restricción ambiental es desfavorable económica y socialmente cuando la ciudad registra una densidad de ocupación del suelo alta<sup>5</sup>. Con 1000 hab/km<sup>26</sup> o más se identifican Tuxtla Gutiérrez, Distrito Federal, León, Guadalajara, Toluca, Cuernavaca, Monterrey, Oaxaca y Puebla –gráfica 7-, la mayor parte de las cuales se localiza en la región central de México.

Gráfica 7. Densidad de población por área urbana por entidad.



Elaboración propia basada en H. Cámara de Diputados. 1997. Las Metrópolis Mexicanas.

<sup>4</sup> La restricción ambiental implicar una multidimensionalidad difícil de aprehender. El análisis de la oferta y la demanda de servicios ambientales no resume esta condición, pero cuenta con la mayor disponibilidad y consistencia de información al respecto.

<sup>5</sup> La densidad de ocupación del suelo permite comparar la cantidad de población con el área urbana, lo cual estima el grado de concentración de una ciudad

<sup>6</sup> En estas ciudades el indicador se registró dos veces más grande en que en cualquier otra dentro del sistema urbano nacional.

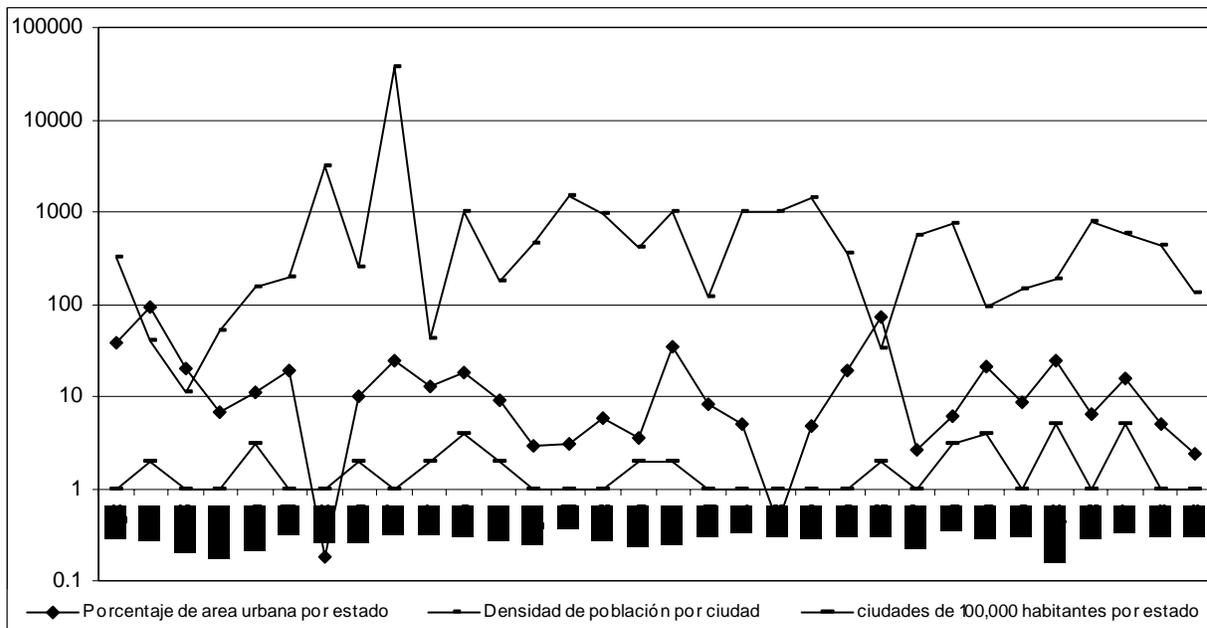
La densidad de ocupación del suelo y su distribución en el territorio escalan regionalmente las restricciones ambientales, así como sus efectos económicos y sociales. Esta condición puede preverse en distintos estados del centro del país, el bajo y la frontera norte -cuadro 17, gráfica 8-, donde se vuelve necesaria la mitigación de los procesos locales de concentración urbana que pueden afectar su viabilidad de corto y mediano plazo.

Cuadro 17. Concentración urbana por estado.

Población urbana por superficie estatal	Ciudades de 100000 habitantes por entidad	Ocupación espacial estatal	Ocupación espacial por ciudad
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aguascalientes</li> <li>• Colima</li> <li>• Distrito Federal</li> <li>• Guanajuato</li> <li>• México</li> <li>• Morelos</li> <li>• Tlaxcala</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guanajuato</li> <li>• Sinaloa</li> <li>• Sonora</li> <li>• Tamaulipas</li> <li>• Veracruz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aguascalientes</li> <li>• Baja California Norte</li> <li>• Distrito Federal</li> <li>• Morelos</li> <li>• Querétaro</li> <li>• Quintana Roo</li> <li>• Sonora</li> <li>• Tamaulipas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuernavaca</li> <li>• Distrito Federal</li> <li>• Guadalajara</li> <li>• León</li> <li>• Monterrey</li> <li>• Oaxaca</li> <li>• Puebla</li> <li>• Toluca</li> <li>• Tuxtla Gutiérrez</li> </ul>

Elaboración propia basada en INEGI. XII Censo general de población y vivienda 2000. H. Cámara de Diputados. 1997. Las Metrópolis Mexicanas. CONAPO. 2001. Sistema Urbano Nacional: Población y tasas de crecimiento, 1990-2001.

Gráfica 8. Comparación de los indicadores de concentración de población por estado.



Elaboración propia basada en INEGI. XII Censo general de población y vivienda 2000. H. Cámara de Diputados. LVI legislatura. 1997. Las Metrópolis Mexicanas. CONAPO. 2001. Sistema Urbano Nacional: Población y tasas de crecimiento, 1990-2001.

## **Cuernavaca**

La organización territorial es más rentable con patrones intensivos de ocupación del suelo, sin embargo en estas condiciones el hábitat ve interrumpido su funcionamiento normal con una dinámica tal que se modifica la disponibilidad ambiental original. Los efectos adversos en la capacidad de carga pueden registrarse en términos de la restricción de servicios ambientales, los cuales son centrales para la viabilidad económica y social de la ciudad. Por lo tanto las políticas territoriales tienen un mayor compromiso con la provisión de estrategias de prevención y conservación.

En este sentido resulta útil metodológicamente comparar los beneficios económicos de la organización territorial predominante con aquellos derivados de la prevención y la conservación. Este procedimiento es poco convencional en el contexto urbano, sin embargo permite replantear estrategias territoriales menos dañinas ambientalmente y que demuestran alguna relevancia económica<sup>7</sup>. Con este propósito el análisis practicado al caso de Cuernavaca incluye los siguientes aspectos<sup>8</sup>:

- a. La identificación de los agentes económicos asociados al mercado del suelo local.
- b. El análisis de los patrones de ocupación del suelo.
- c. La estimación del área efectiva por uso del suelo y el área libre de urbanización<sup>9</sup>.

---

<sup>7</sup> Por diversas razones la prevención y la conservación ambiental no pueden ser resultado de un juicio económico, sin embargo esta metodología permite poner en perspectivas similares dos patrones territoriales opuestos.

<sup>8</sup> El alcance de este capítulo es solamente hasta la identificación de los agentes asociados a la ocupación del suelo y sus beneficios económicos.

<sup>9</sup> Con base en los sistemas de información geográfica.

- d. La estimación de los beneficios económicos de los agentes asociados al mercado del suelo local.
- e. El análisis de los efectos directos de la ocupación física de espacio y la desertificación, así como los efectos indirectos o extraterritoriales, incluyendo la contaminación, la demanda de servicios ambientales y la desarticulación del medio rural<sup>10</sup>.
- f. La estimación de los beneficios económicos de las estrategias de prevención y conservación.

### **Agentes económicos asociados al mercado del suelo local**

Cuernavaca se localiza en la región norte de Morelos -plano 3-. La ciudad genera una cuarta parte del PIB estatal<sup>11</sup> y emplea al 35 % de la población económicamente activa total. Las actividades económicas terciarias generan el 60 % del PIB municipal, cuya proporción es dos veces mayor que la de la manufactura local -gráfica 9- y ocupa al 84 % de la población económicamente activa -gráfica 10-. En consecuencia la concentración urbana local registra altos índices de población y ocupación del suelo por unidad de área, los cuales se estiman en 20304.23 ha y 1011 hab/ km<sup>2</sup> respectivamente. Estos indicadores se ubican solamente por debajo de los del Distrito Federal y Puebla<sup>12</sup>.

---

<sup>10</sup> Los efectos directos e indirectos de la ocupación del suelo implican una extraterritorialidad cuyos límites son variables. Considerando esta dificultad metodológica se utiliza solamente el territorio del municipio de Cuernavaca para analizar los efectos de su proceso de ocupación del suelo.

<sup>11</sup> El PIB de Morelos reportado para el 2004 es de \$ 21, 577, 152,000. 00, el cual representa el 1.5 % del total nacional y el 3.75 % de la región central del país. En el estado la industria manufacturera genera tres cuartas partes de la producción total. Esta proporción es dos veces mayor que aquella obtenida por las actividades económicas terciarias. Sin embargo los servicios ocupan casi el 80 % de la población económicamente activa, incluso en Cuernavaca donde se registra tres veces más población ocupada en este sector que en la industria manufacturera.

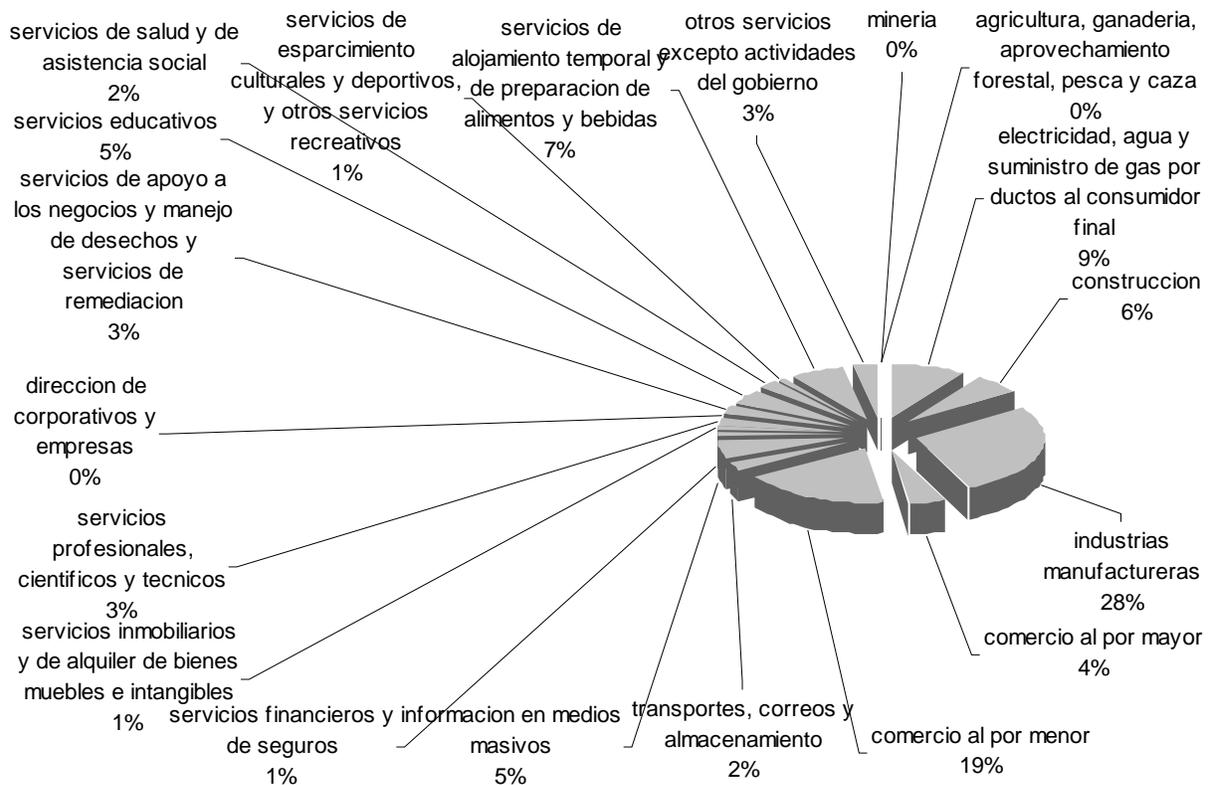
<sup>12</sup> En México las mayores densidades de ocupación del suelo se localizan en Tuxtla Gutiérrez, Distrito Federal, León, Guadalajara, Toluca, Cuernavaca, Monterrey, Oaxaca y Puebla.

Plano 3. Localización de Cuernavaca.



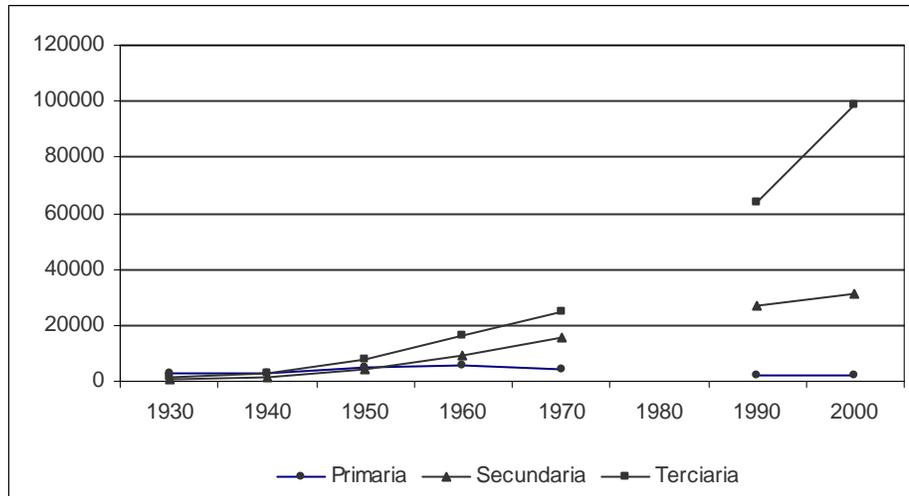
Elaboración propia basada en INEGI, 2002. Sistema Nacional de asentamientos humanos.

Gráfica 9. PIB total por sector en Cuernavaca.



Elaboración propia basada en INEGI, 2005. Censo económico.

Gráfica 10. Población económicamente activa por rama de actividad en Cuernavaca.



Elaboración propia basada en Censos de población V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII. México.

En la ocupación del suelo local intervienen tres factores: la atracción de la ciudad para descansar, las condiciones de las vías de comunicación que la hacen accesible<sup>13</sup> y la proximidad con el Distrito Federal. Las vacaciones oficiales y los fines de semana son los periodos del año en los que se registra un mercado de visitantes constante con o sin habitación fija. En torno a estas características es que se articulan las actividades económicas locales secundarias y terciarias, las cuales participan al PIB municipal con diferentes subsectores, ramas y subramas -cuadro 18-. Estos componentes de la economía son los agentes concretos involucrados en la estructuración urbana, caracterizada por patrones intensivos de ocupación del suelo, así como la modificación de las condiciones normales del ambiente.

<sup>13</sup> Cuernavaca ha atraído población para habitación y esparcimiento debido a sus condiciones ambientales, al respecto algunos documentos citan la importancia de las condiciones ambientales de la ciudad (Humboldt, 1978), (Duvernard, 1991), (García, 1988), (Hernández, 1973), (Maldonado, 1990), (Mazari, 1969), (Orellana, 1995). Incluso en la época precolombina Cuauhnahuac se reconocía como sitio de cualidades ambientales, por las cuales Hernán Cortés lo eligió para actividades de descanso y administración estableciendo uno de los gobiernos centrales durante el Marquesado del valle. En la época actual las características turísticas y de descanso se sostienen más debido a la proximidad con la capital del país que por las condiciones ambientales, las cuales se encuentran en franco deterioro. Consulta Mitofsky reafirmó esta condición en abril del 2005 cuando publicó una encuesta nacional sobre las ciudades en México -oportunidades para trabajo, descanso, estudio y diversión-. Cuernavaca en particular es considerada la única ciudad en la región central para descansar.

Cuadro 18. Subsectores y ramas predominantes por actividad económica<sup>14</sup>.

<b>Actividades secundarias</b>	<b>Miles de pesos</b>	<b>PIB15 (%)</b>
<b>a. Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final</b>	<b>1,551,296</b>	<b>13</b>
<b>b. Construcción</b>	<b>1,022,364</b>	<b>6</b>
• Edificación residencial	547,204	
• Edificación no residencial inmuebles comerciales, institucionales y de servicios	210,301	
• Obras de ingeniería civil u obra pesada	253,978	
• Vías de comunicación	227,181	
<b>c. Industrias manufactureras</b>	<b>4,575,939</b>	<b>28</b>
• Industria de las bebidas y del tabaco	1,036,863	
• Industria del papel	604,835	
• Industria del plástico y del hule	1,684,856	
<b>Total del sector</b>	<b>7,151,411</b>	<b>43</b>
<b>Actividades terciarias</b>		
<b>d. Comercio al por mayor</b>	<b>709,182</b>	<b>4</b>
• Comercio de alimentos bebidas y tabaco	370,416	
<b>e. Comercio al por menor</b>	<b>3,156,149</b>	<b>19</b>
• Comercio de alimentos bebidas y tabaco.	416,506	
• Comercio de vehículos, refacciones y lubricantes	1,055,780	
• Comercio tiendas de autoservicio y departamentales	665,979	
<b>f. Transportes, correos y almacenamiento</b>	<b>409,027</b>	<b>2</b>
• Transporte terrestre de pasajeros, excepto por ferrocarril	187,025	
• Transporte turístico	37,614	
• Servicios relacionados con el transporte	12,909	
<b>g. Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles</b>	<b>190,151</b>	<b>2</b>
<b>h. Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos</b>	<b>134,482</b>	<b>1</b>
<b>i. Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas</b>	<b>1,158,266</b>	<b>7</b>
<b>Total del sector</b>	<b>9,339,796</b>	<b>57</b>

Elaboración propia basada en INEGI 2004, Censos económicos.

El turismo temporal sin habitación fija involucra al menos los siguientes subsectores:

- Los transportes terrestres, turísticos y servicios asociados a estos.
- Los servicios inmobiliarios, de alquiler de bienes muebles e intangibles.
- Los servicios de esparcimiento, culturales, deportivos y recreativos.
- Los servicios de alojamiento temporal.
- La preparación de alimentos y bebidas.

<sup>14</sup> Esta clasificación proviene de los censos económicos.

<sup>15</sup> El porcentaje estimado es respecto al producto total municipal.

- El comercio al por mayor y al por menor<sup>16</sup>.

Estos aportan 35 % del PIB municipal. Por otra parte en el sector secundario destacan la manufactura local y la edificación, los cuales complementan las actividades asociadas al turismo con dos subsectores, incluyendo alimentos, bebidas y tabaco que ocupa el segundo lugar de importancia económica en el sector industrial<sup>17</sup>, así como la edificación residencial-no residencial y los servicios asociados a estas<sup>18</sup> que se refieren al turismo temporal en busca de una habitación fija en la ciudad.

### **Patrones de ocupación del suelo**

La estructura urbana reciente inicia su configuración después de la segunda mitad del siglo XX<sup>19</sup> -plano 4-. En la etapa más dinámica intervienen diferentes factores, los cuales incluyen el mejoramiento de los servicios<sup>20</sup> y las comunicaciones, así como el fortalecimiento de la industria manufacturera<sup>21</sup>. Además la población alcanzó altas tasas de natalidad (CONAPO, 1997), mejores condiciones de salud (Alba, 1977) y saldos netos migratorios positivos que desde entonces promedian casi un tercio de la población total<sup>22</sup>.

---

<sup>16</sup> Esta actividad produce 23 % del PIB municipal. En esta sobresalen los subsectores de alimentos, bebidas, tabaco y tiendas de autoservicio-departamentales, las cuales generan más de 60 % del sector, así como los vehículos, refacciones y lubricantes.

<sup>17</sup> Entre 20 subsectores y cuya producción se ubica solamente por debajo del plástico y hule.

<sup>18</sup> La electricidad, agua y suministro de gas son parte del proceso de distribución de servicios básicos asociado a la edificación. Este sector se encuentra en un proceso creciente apoyado por las políticas territoriales locales.

<sup>19</sup> En la primera mitad del siglo XX la revolución Mexicana afectó a Morelos, donde se registró decrecimiento de población ocasionada por la alta tasa de mortalidad, además de la baja esperanza de vida y la limitada distribución de infraestructura sanitaria (CONAPO, 1997).

<sup>20</sup> Condiciones descritas en (Negrete, 1995), (Garza, 1999), (Chávez, 2000), (Ruiz, 1999).

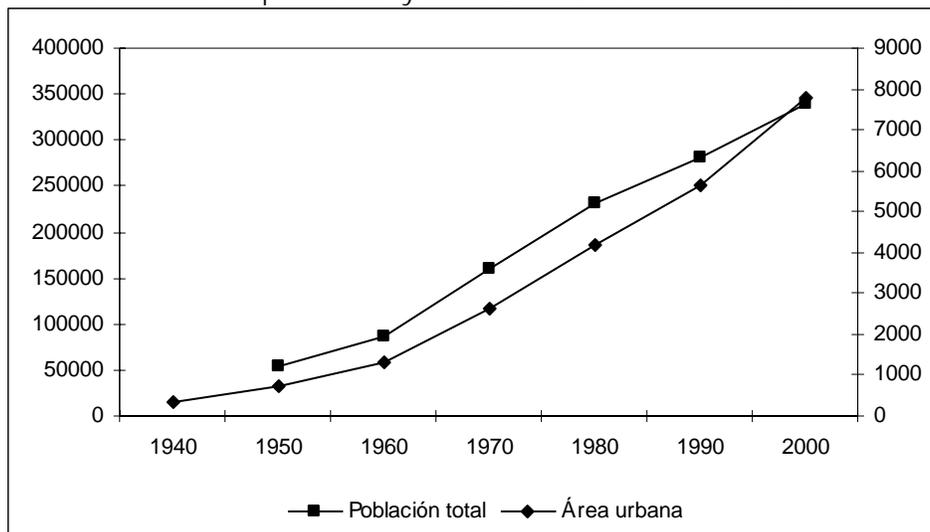
<sup>21</sup> Impulsado por la ciudad industrial del valle de Cuernavaca y la zona industrial de la confección.

<sup>22</sup> El origen y el estatus laboral de la población migrante se transformó en la segunda mitad del siglo XX. La población de Guerrero y México formada por jornaleros y obreros sin calificación fue sustituida por aquella proveniente del Distrito Federal con un nivel mejor de calificación.

Plano 4. Área urbana en Cuernavaca en 1903 -1953.

Elaboración propia basada en INEGI. 2000. Ciudades capitales. Una visión histórico urbana.

Gráfica 11. Crecimiento de población y área urbana en Cuernavaca.



Elaboración propia basada en CONAPO. 2001. Sistema Urbano Nacional: Población y tasas de crecimiento, 1990-2001.

En medio siglo la ciudad creció 8040.53 ha –gráfica 11- y se convirtió en una de las más dinámicas regional y nacionalmente (Ruiz, 1995). Esta registra los indicadores de población y ocupación del suelo más altos del país, así como importantes índices de disturbios ambientales -plano 5-.

Elaboración propia basada en INEGI. 2000. Ciudades capitales. Una visión histórico urbana.

### **Área efectiva por uso del suelo y área libre de urbanización**

En el 2005 el área urbana de Cuernavaca alcanzó 30 % del territorio municipal (INEGI, 2005)<sup>23</sup>. La estructuración urbana demuestra un proceso continuo de transformación a servicios en la segunda mitad del siglo, el cual puede subdividirse en cuatro etapas:

- Hasta 1970. Los usos residenciales de baja densidad representaban poco más del 90 % del crecimiento urbano y estaban ocupados por personas de ingresos altos principalmente.
- 1970 a 1990. La preferencia de usos del suelo habitacionales se homogeneizó en densidades media y baja. Además los usos comerciales alcanzaron casi un tercio de la urbanización.

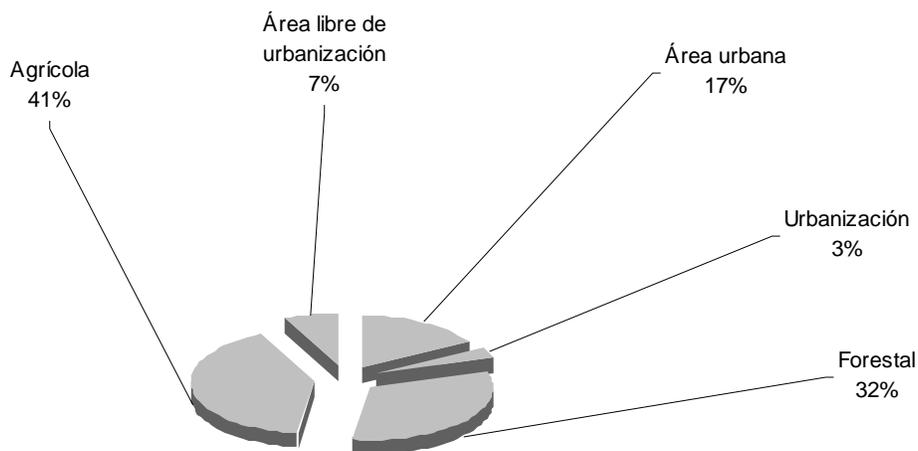
---

<sup>23</sup> Para este análisis se utiliza un sistema de información geográfico fotointerpretado en ArcMap 9.0, así como documentos cartográficos actualizados de INEGI incluyendo el IRIS 3 y el SCINCE 2004, los cuales provienen de los SIGS más recientes.

- 1990 al 2000. Los usos comerciales adquieren mayor relevancia hasta alcanzar 70 % del crecimiento urbano. Estos están subsidiados por el estado de diferentes formas.
- 2000 al 2005. La información geográfica y económica demuestra que la ocupación del suelo en los primeros cinco años del siglo es ocasionada por desarrolladores inmobiliarios con énfasis en usos comerciales y en usos habitacionales de densidad baja-media.

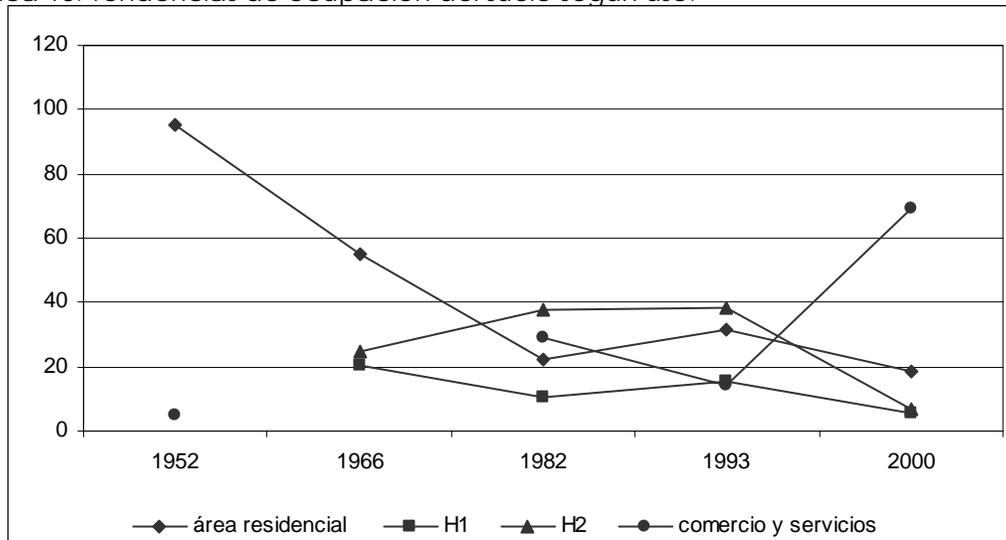
La ocupación del suelo local registra las siguientes particularidades: las áreas agroforestales ceden la mayor parte de suelo para uso urbano –gráfica 12-, los usos habitacionales residenciales han mantenido constante su participación en la urbanización desde 1960, el cual promedia alrededor de 500 ha/década. Por otro lado los usos comerciales generan la mayor ocupación del suelo desde 1990 –gráfica 13- y con los usos habitacionales de densidad media cuentan con el mayor impulso de las políticas territoriales, las cuales prevén una serie de subsidios, así como la reestructuración de vías de comunicación e infraestructura urbana.

Gráfica 12. Porcentaje de ocupación del suelo municipal según uso.



Elaboración propia basada en Gobierno del estado de Morelos. 2001. Programa de desarrollo urbano de centro de población.

Gráfica 13. Tendencias de ocupación del suelo según uso.



Elaboración propia basada en Gobierno del estado de Morelos. 2001. Programa de desarrollo urbano de centro de población. INEGI. 2000. Ciudades capitales. Una visión histórico urbana. INEGI, 2005. IRIS 3. INEGI, 2005. SCINCE.

En el caso de tiendas departamentales y autoservicio las políticas territoriales ofertan exenciones de impuestos, reducen la cantidad de trámites y permiten la ocupación comercial de cualquier zona, incluso en la ciudad central<sup>24</sup>. Los patrones de ocupación del suelo predominantes están justificados por sus ventajas económicas y no prevén la escala e intensidad de sus disturbios, los cuales amenazan la viabilidad urbana de mediano y largo plazo.

El disturbio ambiental local esta asociado a la proporción de área urbana y área libre de urbanización disponible. En la mayor parte de las ciudades subdesarrolladas el área central tiene la modificación del entorno mas intensa. Cuernavaca registra esta característica -cuadro 19, plano 6-, así como la modificación de las áreas forestales y agrícolas de su periferia -gráfica 14- en donde también se promueve la ocupación del suelo desde el estado.

<sup>24</sup> Estos criterios de localización requieren una atención especial debido a que se reconoce en el zoning de países desarrollados -principalmente Norteamericanos- que el establecimiento óptimo de centros comerciales es en área periféricas para no interferir con el funcionamiento urbano interior y para generar una circulación vehicular independiente. Esta prevención es insuficiente en las políticas territoriales locales, las cuales proponen la ubicación más céntrica para este tipo de usos del suelo, incluso modificando sus propias proyecciones de ocupación del suelo.

Cuadro 19. Delegaciones administrativas de Cuernavaca.

<b>Delegaciones</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Área urbana (%)</b>	<b>Área libre de urbanización (%)</b>
<b>Delegaciones periféricas</b>			
Emiliano Zapata	7641.27	15.39	84.60
Mariano Matamoros	6287.58	0.98	99.01
Plutarco Elías Calles	1535.87	10.38	89.61
Lázaro Cárdenas	1538.95	34.76	65.23
Antonio Barona	915.91	25.81	74.18
<b>Ciudad central</b>			
Benito Juárez	1480.73	66.24	33.75
Miguel Hidalgo	449.94	58.33	41.66
Vicente Guerrero	453.93	6.64	93.35

Fuente: Gobierno del estado de Morelos. 2001. Programa de desarrollo urbano de centro de población.

Plano 6. Delegaciones en Cuernavaca.

Elaboración propia basada en Gobierno del estado de Morelos. 2001. Programa de desarrollo urbano de centro de población.

En este sentido las delegaciones Emiliano Zapata, Mariano Matamoros y Vicente Guerrero conservan la mayor proporción de área agroforestal y de área libre de urbanización -gráfica 15, 16- en parte porque la orografía lo permite. En la ciudad central por el contrario solamente existen áreas sin urbanizar con algún grado de disturbio, el cual incluye áreas desérticas urbanas u ocupadas con vegetación exótica.

En este sentido las políticas territoriales recientes prevén la construcción de los puentes necesarios para comunicar las zonas orográficamente inaccesibles del oriente de la ciudad y con ello incrementar la reserva de crecimiento urbano.

Gráfica 14. Área agroforestal por delegación.

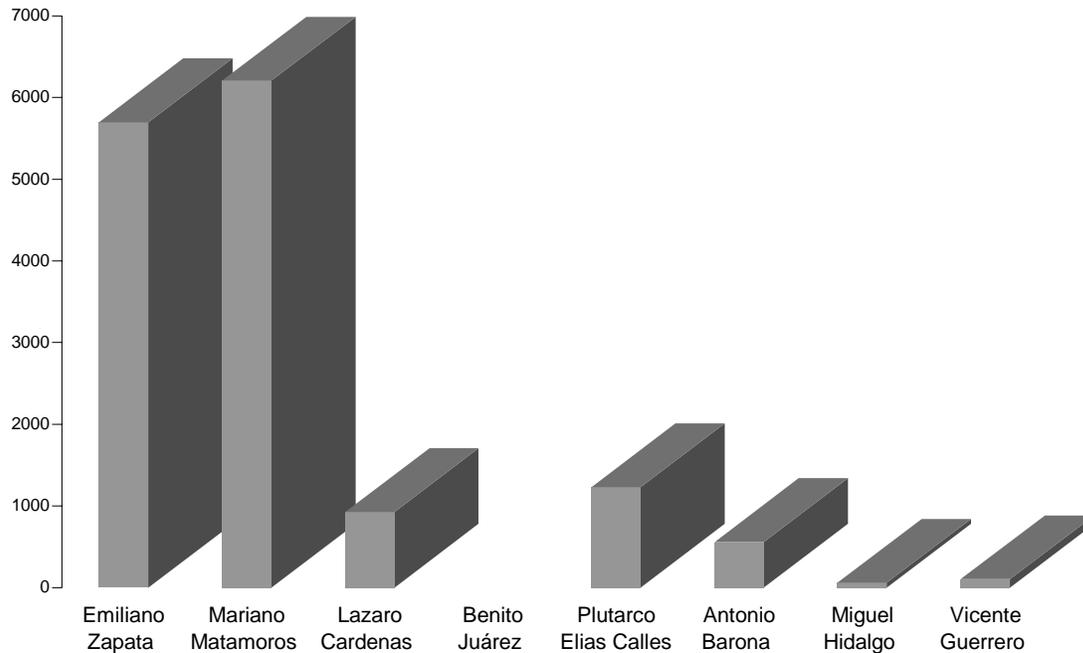


Foto interpretación y elaboración propias basadas en ortofotos digitales: E14A59B - E14A59A. Fotografías aéreas escala 1:75,000 de Noviembre de 1997.

Gráfica 15. Área libre de urbanización por delegación.

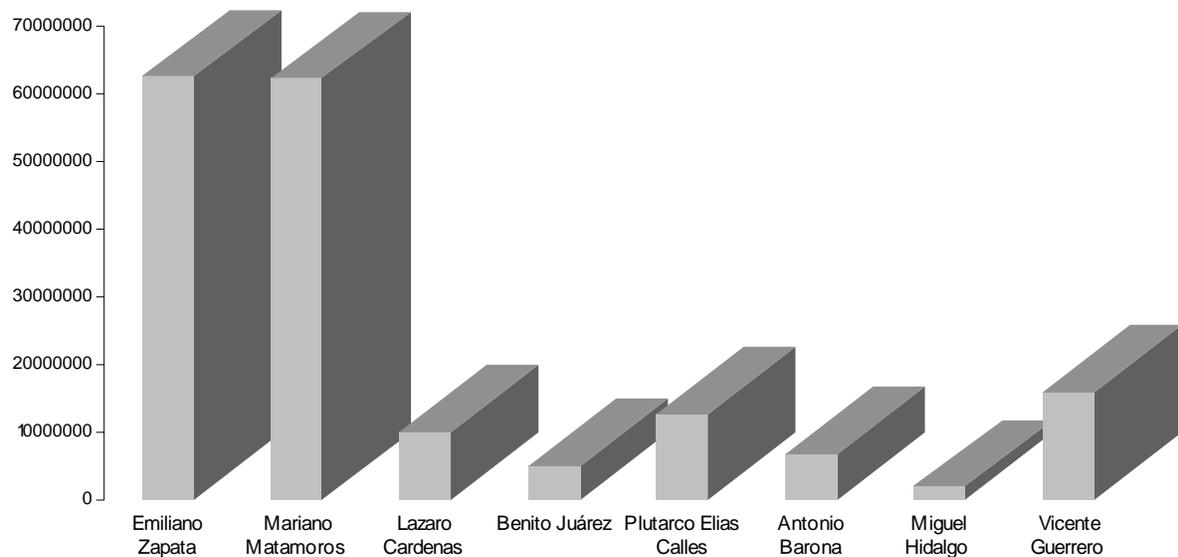


Foto interpretación y elaboración propias basadas en ortofotos digitales: E14A59B - E14A59A. Fotografías aéreas escala 1:75,000 de Noviembre de 1997.

Gráfica 16. Área urbanizada por delegación en Cuernavaca.

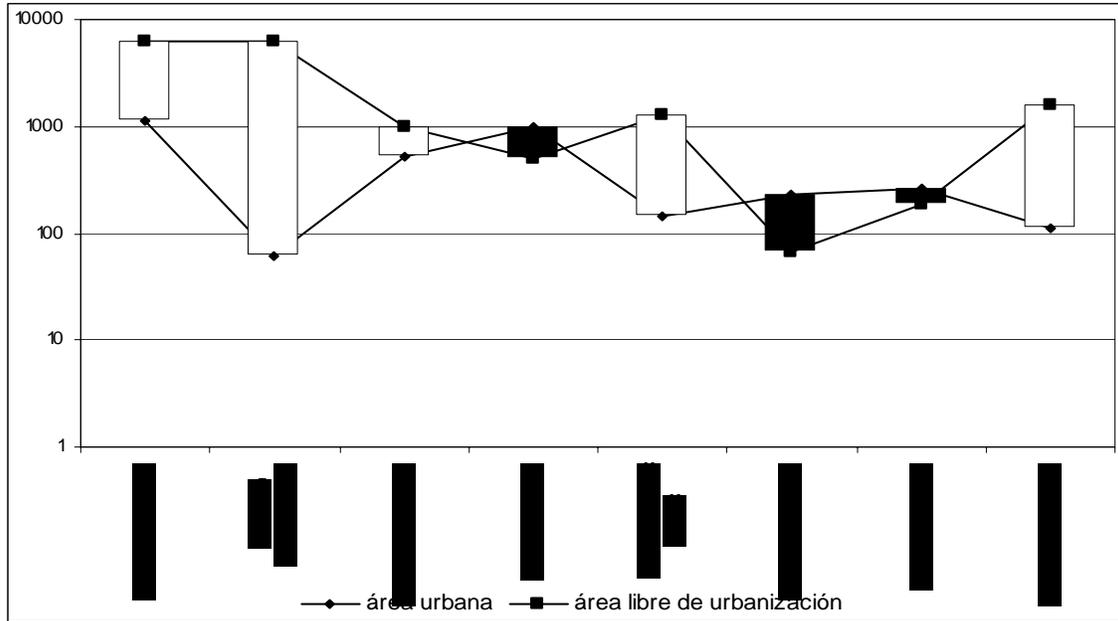


Foto interpretación y elaboración propias basadas en ortofotos digitales: E14A59B - E14A59A. Fotografías aéreas escala 1:75,000 de Noviembre de 1997.

Las políticas territoriales justifican la ocupación del suelo predominante en sus ventajas económicas de corto plazo, sin embargo este criterio favorece la modificación de las condiciones normales del hábitat y poco prevé las desventajas de mediano y largo plazo generadas por su consecuente estado de restricción ambiental. En este contexto la instrumentación de estrategias territoriales de prevención y conservación es pertinente y no solamente si demuestran alguna ventaja económica

Por lo tanto la proporción de área urbana y área libre de urbanización cumple una función de regulación o mitigación asociada a la "salud ambiental" urbana (Yassí, 2002). Esta previsión aún no es parte integral de las políticas territoriales, pero tiene que serlo en escenarios de densidad de ocupación del suelo como el de Cuernavaca donde la ciudad central dispone de pocos espacios forestados y la dinámica de urbanización da cuenta de los últimos relictos agroforestales disponibles en su periferia -plano 7-.

Plano 7. Área libre de urbanización por en el municipio de Cuernavaca.

Foto interpretación y elaboración propias basadas en ortofotos digitales: E14A59B - E14A59A. Fotografías aéreas escala 1:75,000 de Noviembre de 1997. INEGI, 2005. IRIS 3. INEGI, 2005. SCINCE.

### **Beneficios económicos de los usos del suelo predominantes**

La ocupación del suelo en Cuernavaca articula a diferentes agentes económicos del sector terciario, los cuales ofrecen servicios al mercado de visitantes principalmente. En este grupo se identifican usos residenciales y comerciales, los cuales contribuyen con el mayor porcentaje a la producción local, incluso por arriba de la manufactura<sup>25</sup>.

En el 2005 la participación de los usos predominantes alcanzó 60 % del PIB municipal. Esta cantidad equivale a \$ 5,757,257,000.00 –cuadro 20-, lo cual puede interpretarse como los beneficios económicos derivados de los usos del suelo predominantes.

---

<sup>25</sup> La dinámica del sector secundario se detuvo en los primeros años de este siglo cuando la producción textil, que había sido el más importante para las aportaciones económicas municipales, se declaró en quiebra por un conflicto con los trabajadores.

Cuadro 20. Beneficios económicos en usos del suelo comerciales y habitacionales.

<b>Usos del suelo</b>	<b>(miles de pesos/año)</b>		
<b>a. Edificación</b>	<b>1980</b>	<b>1990<sup>26</sup></b>	<b>2000<sup>27</sup></b>
Residencial	28,374	338,672	547,204
No residencial inmuebles comerciales, institucionales y de servicios	9,458	116,904	210,301
<b>b. Servicios asociados a la edificación</b>			
Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	1,904	148,706	1,551,296
Obras de ingeniería civil y vías de comunicación			481,159
<b>c. Industrias manufactureras</b>			
Industria de las bebidas y del tabaco	27,146	725,521	1,036,863
Industria del papel	4,230	520,475	604,835
Industria del plástico y del hule	43,486	849,365	1,684,856
Industria textiles, prendas de vestir e industria del cuero	26,659	1,062,410	93,688
<b>d. Comercio al por mayor y al por menor</b>			
Comercio de alimentos bebidas y tabaco	129,518	220,293	370,416
Comercio de alimentos bebidas y tabaco.		231,402	416,506
Comercio de vehículos, refacciones y lubricantes		567,038	1,055,780
Comercio tiendas de autoservicio y departamentales		621,210	665,979
<b>e. Actividades asociadas al turismo</b>			
Transporte terrestre de pasajeros, excepto por ferrocarril	46,794	51,588	187,025
Transporte turístico			37,614
Servicios relacionados con el transporte			12,909
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	38,406	202,090	190,151
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	35,655	147,001	134,482
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	20,666	629,632	1,158,266
<b>Beneficios económicos totales</b>	<b>412,296</b>	<b>6,432,307</b>	<b>10,439,330</b>

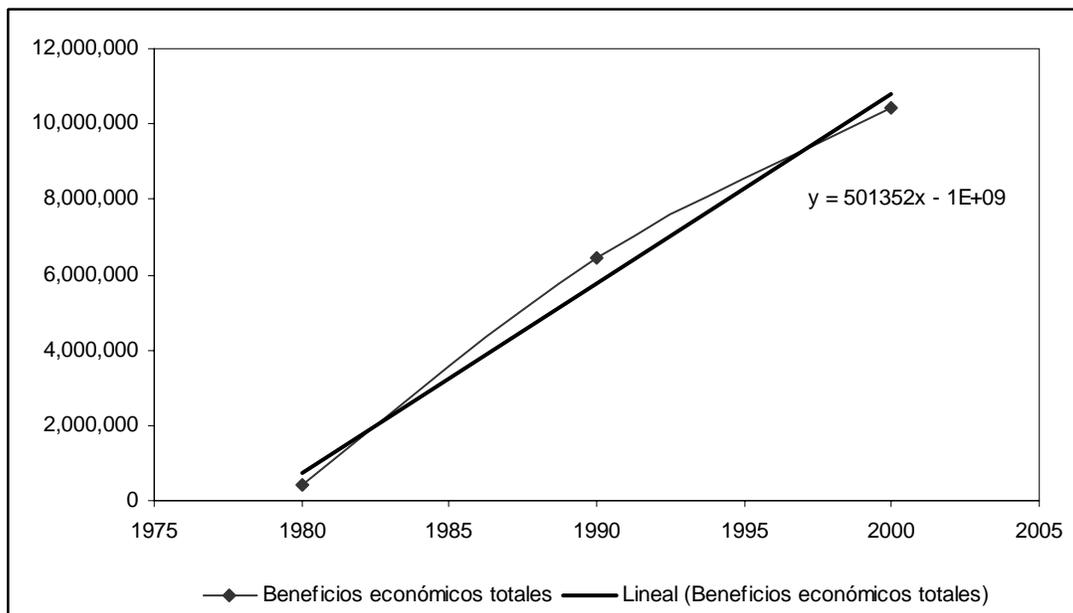
Elaboración propia basada en INEGI. 1999. Censos económicos. INEGI. 1999. Censos económicos. INEGI. 2005. Imágenes económicas del estado de Morelos. Banco de Información Económica, 2003.

En términos absolutos los beneficios económicos de los usos predominantes reflejan un incremento por década –gráfica 17-, sin embargo este registra dos momentos diferentes. El periodo más rentable se alcanzó entre 1980 y 1990 con un crecimiento de poco más del 15 %, mientras que de 1990 al 2000 la tendencia se redujo a solamente el 1.5 %. Por otro lado la evidencia también demuestra que los beneficios económicos en términos reales son cada vez menores.

<sup>26</sup> INEGI. 1999. Censo económico.

<sup>27</sup> INEGI. 2005. Censo económico.

Gráfica 17. Incremento de los beneficios económicos de los usos del suelo predominantes en términos absolutos.

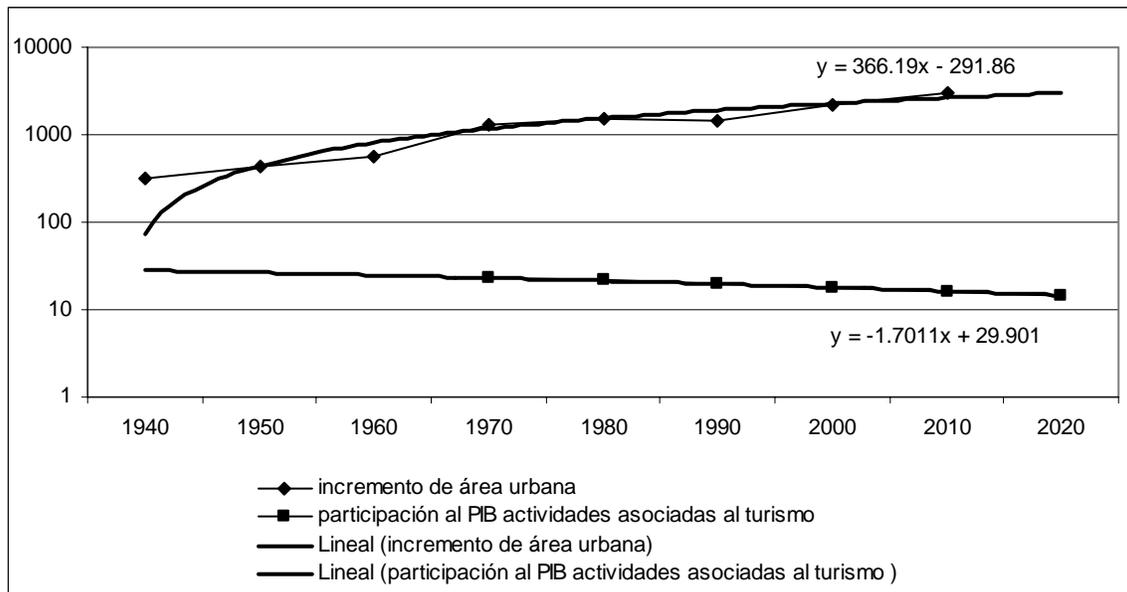


Elaboración propia basada en INEGI. 1999. Censos económicos. INEGI. 1999. Censos económicos. INEGI. 2005. Imágenes económicas del estado de Morelos. Banco de Información Económica, 2003.

La concentración urbana duplicó su población y triplicó su área entre 1970 y 2000. Las políticas territoriales promueven la ocupación del suelo habitacional y comercial debido a sus beneficios económicos, sin embargo estos se redujeron alrededor del 17 % en el mismo periodo -grafica 18-. Por lo tanto los usos predominantes son cada vez menos rentables, lo cual lleva implícita una variación en el mercado de visitantes, así como el incremento de las externalidades negativas o las deseconomías de aglomeración asociadas a los patrones de concentración urbana y cuyos efectos negativos consisten en la modificación de la disponibilidad ambiental, la generación de congestión vehicular, contaminación, dificultad de acceso<sup>28</sup> y problemas de seguridad<sup>29</sup> pública.

<sup>28</sup> En los periodos vacacionales el tiempo promedio para llegar a la ciudad en vehículo público o privado equivale a dos horas.

Gráfica 18. Incremento del área urbana y de los beneficios económicos de los usos del suelo predominantes en términos relativos.



Elaboración propia basada en Banco de Información Económica, 2003. Gobierno del estado de Morelos. 2001. Programa de desarrollo urbano de centro de población. Periódico oficial. INEGI. 2000. Ciudades capitales. Una visión histórico urbana.

La concentración urbana genera condiciones que afectan su funcionamiento. En la racionalidad económica predominante estas características son identificadas como externalidades negativas o deseconomías de aglomeración, las cuales se ven reflejadas principalmente en la reducción de los beneficios económicos.

No obstante la extralimitación de la disponibilidad ambiental lleva implícitos diversos efectos negativos, los cuales ponen en riesgo la viabilidad económica y social de la ciudad en el mediano y largo plazo. El análisis de esta condición permite describir la vulnerabilidad de las ciudades en términos de algunos indicadores de disturbio, los cuales son fuente de las externalidades negativas o de costos, pero al mismo tiempo el balance resultante es útil para determinar la capacidad disponible para mitigarlos.

<sup>29</sup> En el informe nacional de seguridad pública 2005 la ciudad ocupa el cuarto lugar nacional.

## **Conclusión**

Las actividades económicas condicionan los patrones de concentración urbana. Estos generan disturbios ambientales en diferentes escalas y niveles de complejidad que pueden afectar la viabilidad económica y social de la ciudad en el corto y mediano plazo.

La vocación de descanso o turística de Cuernavaca mantiene un mercado constante de visitantes en fines de semana y periodos vacacionales. Las actividades económicas asociadas al turismo se materializan en usos que compiten por la ocupación territorial e incluyen a desarrolladores inmobiliarios de usos comerciales y habitacionales de densidad baja-media, así como políticas subsidiarias que los impulsan.

En el 2005 las actividades económicas asociadas al turismo generaron el 60 % del PIB municipal y ocuparon al 80 % de la PEA local. No obstante esta producción demuestra una reducción del 17 % entre 1970 y 2005 en términos reales, lo cual permite suponer que la densidad de ocupación del suelo ha ocasionado costos de los que no se ha dado cuenta en las políticas territoriales y que están asociados a la modificación de las condiciones normales del ambiente.

En este contexto la valoración ambiental permite evidenciar las ventajas y desventajas económicas de los patrones de ocupación espacial o por el contrario de las estrategias de conservación o prevención. Estas últimas implican el análisis de la capacidad de la ciudad en términos de la disponibilidad de áreas libres de urbanización, las cuales son útiles para cubrir servicios ambientales por hectárea.

La conservación de los servicios ambientales, así como la prevención de su degradación es necesaria para las actividades humanas, sin embargo estos son parte de una complejidad difícil de aprehender. Algunos segmentos de esta se llevan a cabo en las áreas libres de urbanización y además generan beneficios directos e indirectos, los cuales incluyen la presión de la oferta y la demanda ambiental de infiltración de agua, regulación de la temperatura y captura de carbono, así como las oportunidades de recreación - estéticos y las tasas de morbilidad o mortalidad de la población urbana.

Por lo tanto la instrumentación de estrategias de conservación tiene beneficios netos que son poco considerados en las políticas territoriales debido a que estos se reflejan en costos para los patrones de ocupación de suelo predominante, sin embargo también son relevantes para su viabilidad de corto y mediano plazo.

#### **4. Beneficios netos: Servicios ambientales**

En Cuernavaca los usos del suelo más rentables compiten por la reestructuración urbana y por la ocupación de áreas sin urbanizar. Estos no tienen garantizados los mismos beneficios económicos debido al incremento de las deseconomías de aglomeración, por lo que las políticas territoriales deben dar cuenta de esta condición.

Las políticas aplican preferentemente en función de los beneficios económicos. No obstante la viabilidad económica y social de la ciudad depende cada vez más del control de las deseconomías de aglomeración, por lo que es necesario instrumentar estrategias de conservación.

En este marco la conservación es central para mitigar los disturbios ambientales, particularmente aquellos que afectan la capacidad para cubrir servicios ambientales por hectárea. Las políticas de este tipo no existen explícitamente en los instrumentos de organización espacial, por lo que su aplicación debe presuponerse, de la misma forma que la estimación de sus ventajas y desventajas económicas<sup>1</sup>. Este análisis ex ante es posible con el instrumento económico de análisis costo beneficio ACB, el cual permite comparar dos categorías de beneficios o dos políticas opuestas, aquellas que promueven la conservación y las que impulsan la concentración urbana -cuadro 21-. El resultado se expresa en beneficios económicos netos, los cuales justifican la instrumentación de una u otra política.

---

<sup>1</sup> El análisis costo beneficio del área sin urbanizar permite comparar los beneficios netos de las estrategias territoriales de conservación (NBb) con la de los usos del suelo predominantes (NBa). La instrumentación de políticas de conservación depende de que los beneficios netos obtenidos de esta comparación sean mayores, entonces se consideran una opción económica. En el caso de la integración de beneficios netos directos e indirectos implica que  $(NB_{ad} + NB_{ai}) - (NB_{bd} + NB_{bi}) > 0$ .

Cuadro 21. Categorías de beneficios según tipo de políticas.

<b>Beneficios<sup>2</sup> (políticas de conservación)</b>	
<b>Servicios ambientales</b>	Infiltración de agua Captura de carbono Regulación de temperatura
<b>Recreación y estéticos</b>	Oportunidades de recreación o turismo
<b>Mortalidad o morbilidad</b>	Reducción de riesgo de diferentes enfermedades
<b>Beneficios (políticas que impulsan la concentración urbana)</b>	
<b>Edificación</b>	Residencial No residencial inmuebles comerciales, institucionales y servicios
<b>Servicios asociados a la edificación</b>	Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor Obras de ingeniería civil y vías de comunicación
<b>Industrias manufactureras</b>	Bebidas y del tabaco Plástico y del hule Papel Textiles, prendas de vestir e industria del cuero
<b>Comercio al por mayor y al por menor</b>	Alimentos bebidas y tabaco Alimentos bebidas y tabaco. Vehículos, refacciones y lubricantes Tiendas de autoservicio y departamentales
<b>Actividades asociadas al turismo</b>	Transporte terrestre de pasajeros, excepto por ferrocarril Transporte turístico Servicios relacionados con el transporte Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles. Servicios de esparcimiento, culturales, deportivos y recreativos. Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas.

Elaboración propia.

La conservación implica una serie de beneficios en la complejidad ambiental, los cuales pueden aprehenderse según el nivel de análisis y disponibilidad de información e incluso existen algunos avances en su sistematización (De Groot, 2002), (Hueting, 1998). En cualquier caso los beneficios ambientales en la ciudad dependen de la disponibilidad de áreas sin urbanizar, cuya principal función consiste en mitigar disturbios y mantener la disponibilidad. Estas áreas se distribuyen con diferentes proporciones en usos habitacionales, administrativos, deportivos, recreativos, de descanso, agrícolas y vialidades – gráfica 19-.

<sup>2</sup> La categoría de beneficios es tan amplia como la complejidad ambiental, sin embargo no todos sus componentes pueden analizarse. En esta lista se incluyen solamente aquellos elementos de los que se dispone mayor información y que son relevantes en términos urbanos.

Gráfica 19. Áreas sin urbanizar según uso del suelo.

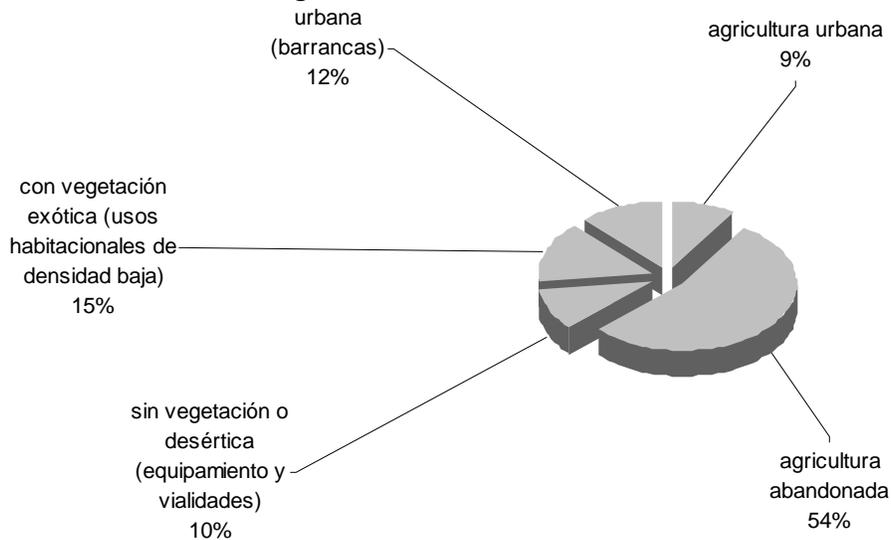


Foto interpretación y elaboración propias basadas en ortofotos digitales: E14A59B - E14A59A. Fotografías aéreas escala 1:75,000 de Noviembre de 1997.

Los segmentos de la complejidad ambiental cuyos beneficios pueden estimarse directa e indirectamente incluyen a aquellos derivados de la presión de la oferta y la demanda de servicios ambientales -infiltración de agua, regulación de la temperatura y captura de carbono-, así como las oportunidades de recreación - estéticos y las tasas de morbilidad o mortalidad de la población urbana.

### **Infiltración de agua**

El agua es necesaria para las actividades humanas, cuyo funcionamiento depende de la disponibilidad per capita -cuadro 22-. En condiciones normales el ciclo del recurso permite conservar su volumen original en la tierra (Seckler, 1998), sin embargo solamente un porcentaje limitado de este sirve para uso humano<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Este volumen se estima entre 1.25 y 2 % del volumen total terrestre (Cortés, 1991), sus fuentes son subterránea (79 %) de la demanda y superficial (21 %). Mientras que el volumen capturado es de 3,400 km<sup>3</sup> entre 108,000 km<sup>3</sup> precipitados anualmente.

Cuadro 22. Disponibilidad estándar que afecta el funcionamiento económico y social.

<b>Instituto internacional para el manejo de agua</b>	
<b>mts<sup>3</sup>/persona/año</b>	<b>Efectos de la disponibilidad</b>
<b>1700</b>	Déficit local y raro
<b>Menos de 1000</b>	Amenaza salud, desarrollo económico y bienestar.
<b>Menos de 500</b>	Esta disponibilidad afecta la vida
<b>Comisión de las naciones unidas para el desarrollo sustentable</b>	
<b>Uso por arriba del 40 % de las fuentes anuales de agua<sup>4</sup></b>	El país esta considerado con escasez de agua.

Fuente: Seckler, David et. al. 1998. World water demand and supply 1990 to 2025: escenarios and issues. Sri Lanka: International Water Management Institute.

La disponibilidad de agua esta condicionada por la presión en la oferta potencial<sup>5</sup> (CNA, 2002), la cual resulta de la modificación de los sistemas hídricos debido a factores físicos, biológicos, biogeoquímicos y humanos (ESSP, 2005). Entre estos destacan la perdida de la biodiversidad, el cambio climático, la erosión, la sobreexplotación de las fuentes subterráneas, las transformaciones de las cuencas por los usos del suelo agrícolas, urbanos e industriales, la fragmentación de ríos, la regulación de flujos, la intrusión salina de los acuíferos y la perdida de humedales<sup>6</sup> (De Villiers, 1999), (Revenge, 2000).

En términos de la demanda del recurso, el mayor volumen de extracción es para las actividades agrícolas, mientras que el porcentaje para usos urbanos es el que mas se ha incrementado<sup>7</sup>. En México predomina la demanda agrícola -gráfica 20-, excepto en el valle de México donde esta proviene de usos públicos e industriales –gráfica 21-, los cuales están asociados a la concentración urbana.

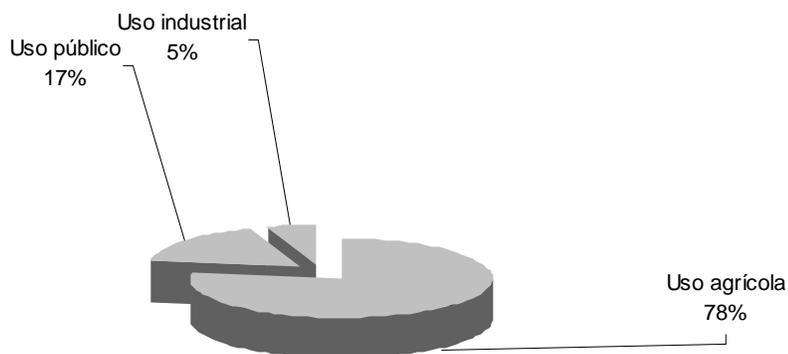
<sup>4</sup> Según Naciones Unidas las fuentes anuales de agua incluyen el flujo neto de agua (ríos y acuíferos menos los flujos superficiales), el almacenamiento interanual, los escurrimientos (precipitación anual menos evaporación y agua infiltrada) y la desalinización.

<sup>5</sup> El grado de presión sobre el recurso hídrico es equivalente a la extracción total anual / la disponibilidad natural base media.

<sup>6</sup> La menor oferta potencial de agua se localiza en Centro y Sudamérica, África y Oriente Medio.

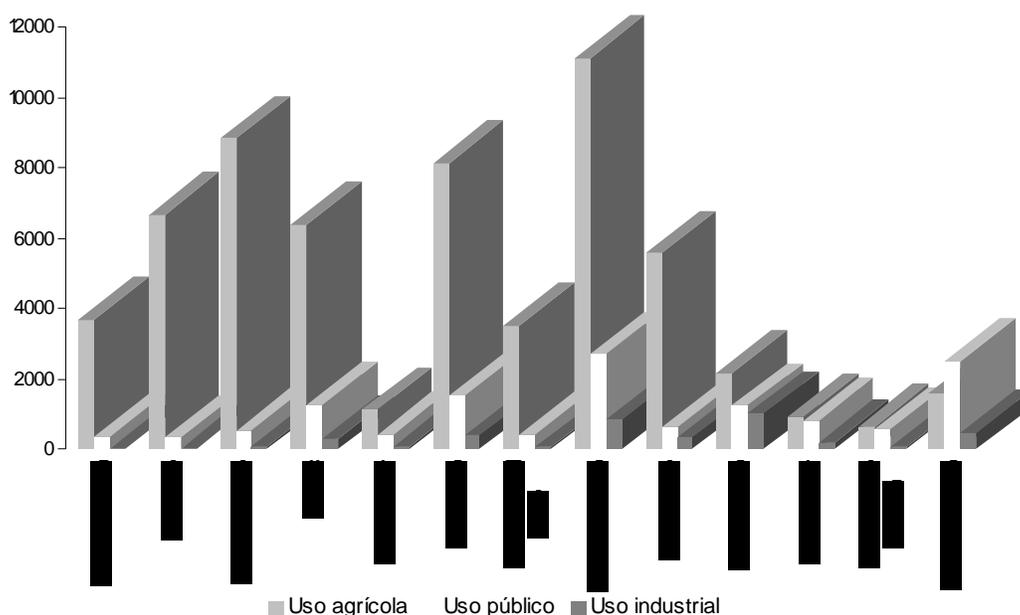
<sup>7</sup> La demanda para uso agrícola se estima entre los 8000 y 15000 hm<sup>3</sup> (hectómetros cúbicos). Según reportes recientes esta actividad se mantiene como la principal causa de extracción mundialmente, aun cuando los usos públicos e industriales incrementaron su demanda cuatro veces en la última década del siglo XX y se calcula que se incrementarán alrededor del 62 % para las próximas décadas principalmente en los países en desarrollo.

Gráfica 20. Extracción total de agua por región hidrológica administrativa.



Elaboración propia basada en CNA. 2002. Compendio básico de agua en 2002. México.

Gráfica 21. Extracción según tipo de actividades.



Elaboración propia basada en CNA. 2002. Compendio básico de agua en 2002.

Las concentraciones urbanas en particular se abastecen de sistemas hídricos cuyas fuentes subterráneas<sup>8</sup> están más próximas. Debido a esto el medio urbano presiona la oferta potencial del recurso por la vía de la sobreexplotación y la modificación de las condiciones geofísicas que permiten la recarga (Ministère de l'Environnement, 2000).

<sup>8</sup> Estas son consideradas también fuentes desarrolladas.

Por lo tanto la presión urbana en la oferta potencial del recurso combina la demanda agregada de las actividades económicas y la población, así como los patrones de ocupación del suelo que sustituyen la cubierta forestal y demás áreas libres de urbanización donde se cubre el servicio de infiltración vertical. Según Naciones Unidas las cuencas en México con estas características y que por lo tanto se proyectan con problemas de disponibilidad del recurso para el 2020 (Revenga, 2000) incluyen al Balsas y el Lerma Santiago<sup>9</sup> -cuadro 23, 24-. En este escenario se encuentran en riesgo el 40 % de la producción económica del país, así como el 25 % de la población, los cuales se concentran en la región central de México.

Cuadro 23. Presión en la oferta potencial de agua en Balsas y Lerma Santiago.

<b>Características</b>	<b>Balsas</b>	<b>Lerma Santiago</b>
<b>Cubierta forestal (%)</b>	37.6	36.3
<b>Vegetación tipo pastizal (%)</b>	46.6	45
<b>Área cultivada con cereales (%)</b>	4.1	4.2
<b>Área cultivada con cereales irrigada (%)</b>	3.1	9
<b>Área desértica (%)</b>	25.3	52.8
<b>Área urbana (%)</b>	11.5	13.9
<b>Perdida de la cubierta original de bosque (%)</b>	28.9	51.6
<b>Área de la cuenca (km<sup>2</sup>):</b>	117,095	136,694
<b>Densidad de población promedio (personas/km<sup>2</sup>):</b>	86	111
<b>Ciudades de mas de 100000 habitantes</b>	3	6
<b>Oferta de agua por persona 1995 (m<sup>3</sup>/persona/año)</b>	1,650	655
<b>Áreas protegidas (%)</b>	1.6	0.3

Fuente: Revenga, Carmen et. al. 2003. The Watersheds of the World. Washington: IUCN, IWMI, Rasmussen Convention Bureau and WRI.

Cuadro 24. Ciudades de más de 100000 habitantes en la cuenca del Balsas.

<b>Zona metropolitana</b>	<b>Estados</b>	<b>Población</b>	<b>Km<sup>2</sup></b>	<b>Hab/km<sup>2</sup></b>
<b>Puebla – Tlaxcala (ZMPT)</b>	Puebla	1,271,673	1,573.2	1,411
<b>Cuernavaca (ZMVC)</b>	Morelos	705,405	697.7	1,011
<b>Cuatla (ZMC)</b>	Morelos	237,734	665.5	357
<b>Totales</b>		2,214,812	2,936.4	926.33

Elaboración propia basada en CONAPO. 2001. Sistema Urbano Nacional: Población y tasas de crecimiento, 1990-2001. México. INEGI. 2002. XII Censo general de población y vivienda 2000. México.

<sup>9</sup> Esta cuenca cubre 30.5 % de la demanda del Distrito Federal (Gobierno de la ciudad de México, 1999), además de que abastece a seis ciudades de mas de 100000 habitantes regionalmente que incluyen Guadalajara, Tepic, Aguascalientes, Zacatecas, Toluca y Querétaro.

En la región central del país la mayor demanda agregada del recurso y los más intensos patrones de ocupación del suelo se concentran en las cuencas del Balsas y el Lerma Santiago. Debido a esto la viabilidad económica y social regional no está garantizada en el mediano plazo, por lo que las políticas territoriales apuntan a agudizar este riesgo en caso de no instrumentar estrategias de mitigación y conservación.

### **Oferta potencial en Cuernavaca**

Cuernavaca se localiza en el Alto Balsas. Esta región es relevante para el sistema hídrico de la cuenca porque registra la mayor precipitación pluvial al año y conserva una cuarta parte de la cubierta forestal donde existen subsuelos altamente permeables<sup>10</sup> (Ortega, 2003). Por lo tanto la concentración urbana tiene efectos negativos en la oferta potencial del recurso en la escala local y regional. De hecho la ciudad genera una demanda agregada de 46 Mmts<sup>3</sup>/año, mientras que los patrones de ocupación del suelo han sustituido alrededor del 80.28 % de la cubierta original de bosque.

La presión en la oferta potencial se registra en la disponibilidad per capita estatal y urbana, la cual alcanza 98.37 y 123.58 m<sup>3</sup>/persona/año respectivamente (Gobierno del estado de Morelos, 2002) –cuadro 25-. Naciones Unidas proyecta problemas de disponibilidad en la cuenca del Balsas para el 2020, sin embargo los registros per capita para el 2000 se encuentran ya entre los más bajos recomendados porque afectan la vida humana (Seckler, 1998).

---

<sup>10</sup> Además de las características mencionadas el arreglo geológico, los aspectos geomorfológicos y las condiciones geohidrológicas también intervienen en capacidad de infiltración de agua.

La vocación de descanso o turística de Cuernavaca se materializa en actividades económicas que aportan 60 % del PIB municipal y ocupan al 80 % de la población económicamente activa. La disponibilidad per capita reciente, así como sus proyecciones en el mediano plazo no garantizan el funcionamiento, ni la rentabilidad de los usos comerciales y habitacionales y por lo tanto la viabilidad económica y social de la ciudad tampoco esta asegurada.

Cuadro 25. Presión en la oferta potencial de agua.

<b>Características</b>	<b>Balsas</b>	<b>Morelos</b>	<b>Cuernavaca</b>
<b>Cubierta forestal (%)</b>	37.6	8.24	32
<b>Vegetación tipo pastizal (%)</b>	46.6	5.04	3.87
<b>Área cultivada con cereales (%)</b>	4.1	52.91	44
<b>Área cultivada con cereales irrigada (%)</b>	3.1		*
<b>Área desértica (%)</b>	25.3	30.7	*
<b>Área urbana (%)</b>	11.5	4.6	20.13
<b>Perdida de la cubierta original de bosque (%)</b>	28.9	80.28	59.69
<b>Área de la cuenca (km<sup>2</sup>):</b>	117095	3918.49	203.04
<b>Densidad de población promedio (personas/km<sup>2</sup>):</b>	86	397	1668.17
<b>Ciudades de mas de 100000 habitantes</b>	3	2	1
<b>Oferta de agua por persona (m<sup>3</sup>/persona/año)</b>	1,650 <sup>11</sup>	98.37 <sup>12</sup>	123.58
<b>Áreas protegidas (%)</b>	1.6	30.85	32

Elaboración propia basada en Revenga, Carmen et. al. 2003. The Watersheds of the World. Washington: IUCN, IWMI, Rasmar Convention Bureau and WRI. Aguilar, Salvador. 1998. Ecología del estado de Morelos. Un enfoque geográfico. Morelos: Praxis Instituto estatal de documentación del Morelos. Gobierno del Estado de Morelos, UAEMor. 2002. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial Sustentable. México.

### **Geohidrología local**

En Morelos la oferta potencial de agua depende de aquella proveniente del subsuelo. Esta es aprovechada en manantiales y pozos profundos alimentados por el servicio ambiental de infiltración vertical, el cual se lleva a cabo con 90 % de eficiencia en poco mas de la mitad del territorio estatal –plano 8-. La sierra Chichinautzin y los escurrimientos en los valles son particularmente relevantes para este servicio debido a sus características físicas y regionales.

<sup>11</sup> Estimación de 1995.

<sup>12</sup> Estimación del 2000.

En este sentido el subsuelo se clasifica según sus propiedades hidráulicas y de permeabilidad. Las formaciones geohidrológicas explotadas en el estado son los acuíferos libres<sup>13</sup>, los cuales incluyen el Chichinautzin, Cuernavaca y Tlayecac, donde se capta alrededor del 16 % del volumen precipitado anualmente<sup>14</sup>.

Plano 8. Hidrología subterránea del estado de Morelos.

Fuente: SPP 1981. Sobreposición del área urbana propia.

Los acuíferos Chichinautzin y Cuernavaca en particular registran el mayor volumen de infiltración<sup>15</sup>. Sin embargo estos se localizan bajo la zona metropolitana de Cuernavaca, la cual presiona la oferta potencial del recurso debido a la concentración del 45 % de la población total, así como de las actividades económicas que generan más de la mitad del PIB estatal.

---

<sup>13</sup> Para efectos administrativos la CNA subdividió estas formaciones en cuatro acuíferos: Cuernavaca, cuautla- Yautepec, Zacatepec y Tepalcingo-Axochiapan (Diario oficial de la federación, 2003) porque estos son los que están siendo utilizados, sin embargo existen otras formaciones hidrogeológicas sin explotar (acuitardos y acuífero profundo o regional)

<sup>14</sup> La cual se estima en 1,124 Mm<sup>3</sup> (Ortega, 2003).

<sup>15</sup> Esta estimación es considerada el tiempo de residencia, el cual equivale al tiempo requerido para que un determinado material complete su ciclo de ingreso, permanencia y egreso en un medio permeable. En la región este se estima de 40 años (Díaz, 1991), (Keller, 1988).

## Factores limitantes para la infiltración vertical

La presión urbana en la oferta potencial de agua combina diferentes factores, los cuales incluyen la demanda agregada de las actividades económicas y la población, así como los patrones de ocupación del suelo predominantes. La concentración urbana de Cuernavaca presiona los acuíferos Chichinautzin y Cuernavaca en particular donde la ocupación del suelo limita la función de infiltración de agua debido a la modificación de la permeabilidad (Aguilar, 1998), la eliminación de la cubierta forestal, el abandono de áreas agrícolas y la desertificación del suelo sin urbanizar.

La permeabilidad se modifica por el recubrimiento de concreto y asfalto, el cual ocupa el 75 % del área urbana local. Esta densidad de ocupación del suelo se alcanzó en un periodo de medio siglo, mientras que los usos principalmente sustituidos fueron 66.37 % de bosque y 31.76 % de agricultura –gráfica 22- y según las proyecciones para el 2010, el área urbana se incrementará 491.65 ha a costa principalmente de usos agroforestales –cuadro 26-.

Gráfica 22. Área urbanizada por sector en el municipio de Cuernavaca.

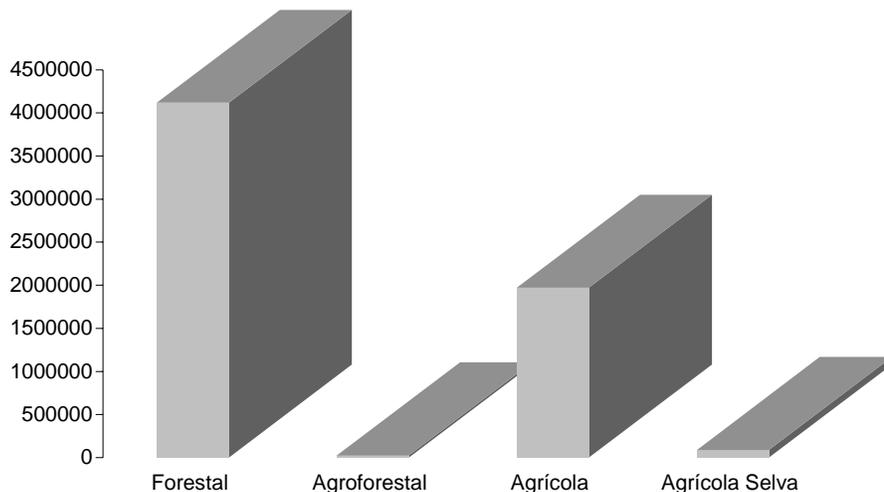


Foto interpretación y elaboración propias basadas en ortofotos digitales: E14A59B - E14A59A. Fotografías aéreas escala 1:75,000 de Noviembre de 1997.

Cuadro 26. Área urbanizada por sector en el municipio de Cuernavaca.

	Porcentaje	Área 2000 (ha)	Área 2010 (ha)
<b>Forestal</b>	66.37	411.81	491.65
<b>Agroforestal</b>	0.43	2.66	19.70
<b>Agrícola</b>	31.76	197.09	235.27
<b>Agrícola Selva</b>	1.4	8.87	10.37

Foto interpretación y elaboración propias basadas en ortofotos digitales: E14A59B - E14A59A. Fotografías aéreas escala 1:75,000 de Noviembre de 1997.

En el alto balsas la cubierta forestal es estructural para el sistema hídrico de la cuenca. En el 2000 esta región registró solamente 32 % de la cubierta original debido principalmente a los patrones de ocupación del suelo –gráfica 23-.

Gráfica 23. Cubierta forestal en Cuernavaca.

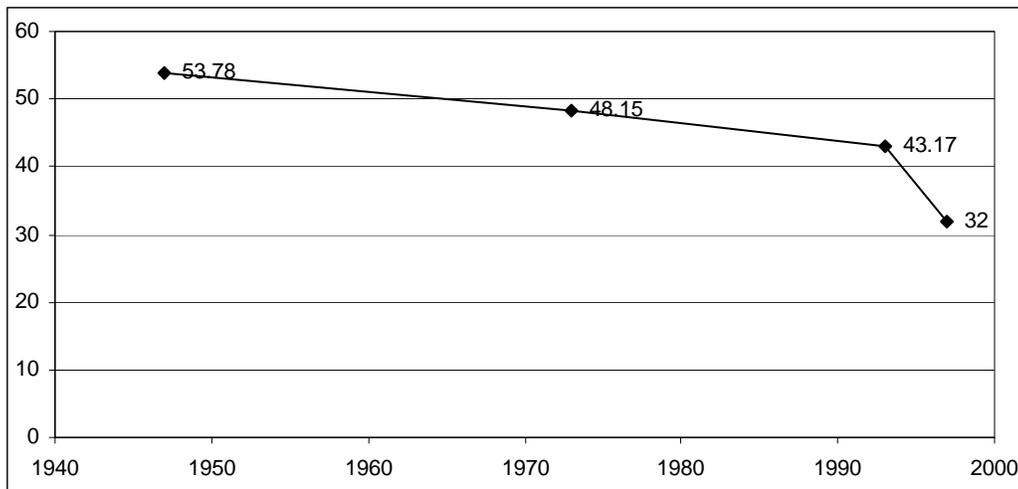


Foto interpretación y elaboración propias basadas en ortofotos digitales: E14A59B - E14A59A. Fotografías aéreas escala 1:75,000 de Noviembre de 1997. Monroy-Ortiz, Rafael. 2000. La dimensión ambiental en el desarrollo urbano. Tesis de Maestría. Facultad de arquitectura. México: UNAM.

El área urbana resuelve sus funciones ambientales fuera de sus límites territoriales. La desertificación de áreas sin urbanizar y la forestación con vegetación exótica equivalen al 35 % del suelo urbano, el cual se distribuye en los usos residenciales, el equipamiento y las vialidades. Además en la última década la ocupación comercial generó 70 % del crecimiento urbano, el cual se compone por tiendas departamentales y de autoservicio que combinan desertificación-forestación exótica y recubrimientos sólidos en estacionamientos.

## **Demanda agregada de actividades económicas y población**

La demanda agregada de las actividades económicas y la población presiona la oferta potencial de agua. En el 2003 la extracción estatal se estimó<sup>16</sup> en 1001 Mm<sup>3</sup>, la cual proviene principalmente de fuentes superficiales. Los usos urbanos e industriales en particular dependen de las fuentes subterráneas -cuadro 27-.

Cuadro 27. Porcentaje de ocupación de agua por actividad económica en Morelos.

<b>Fuentes</b>	<b>Subterráneas 294.3 Mm<sup>3</sup></b>	<b>Superficiales 707.5 Mm<sup>3</sup></b>	<b>Totales</b>
<b>Agrícolas</b>	33.1 %	94.2 %	76.2 %
<b>Urbano</b>	59.1 %	5.2 %	21.2 %
<b>Industriales<sup>17</sup></b>	7.3 %	0.4 %	2.3 %

Fuente: Gobierno del Estado de Morelos, UAEMor. 2002. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial Sustentable. Ortega, Vicente et al. 2003. Aspectos geohidrológicos de los acuíferos del estado de Morelos.

En Cuernavaca se extraen 152.38 Mm<sup>3</sup>/año, los cuales se distribuye 14.79 Mm<sup>3</sup>/año en usos industriales y 136.40 Mm<sup>3</sup>/año en usos públicos. Esta demanda equivale al 71.80 % del total estatal. Según fuentes oficiales el 91 % de la demanda urbana es para uso doméstico y el resto se distribuye en usos comerciales e industriales -cuadro 28-.

Cuadro 28. Porcentaje de uso de agua por tipo de actividad en Cuernavaca.

<b>Uso</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Mm3/año</b>
<b>Doméstico</b>	91	138.66
<b>Comercial</b>	8	12.18
<b>Industrial</b>	.12	1.82

Fuente: Gobierno del estado de Morelos. 2001. Programa de desarrollo urbano de centro de población. Periódico oficial. No. 4106.

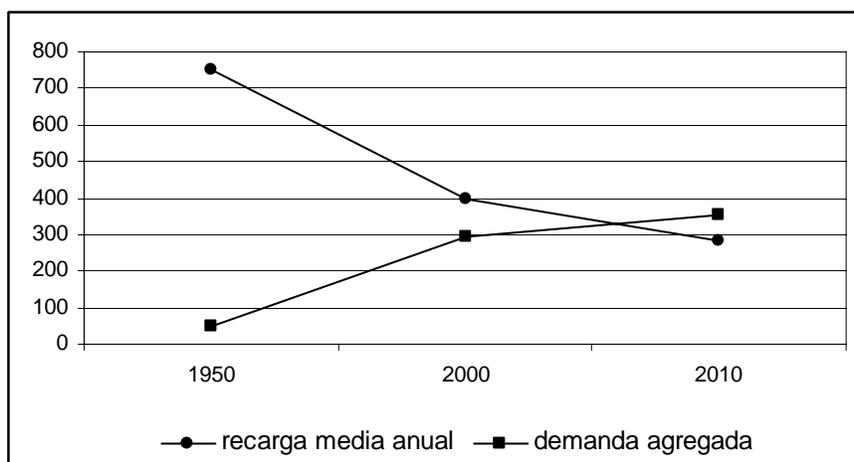
En el 2003 la CNA estimó la recarga media anual del acuífero Cuernavaca en 395 Mm<sup>3</sup>/año. Este volumen es afectado por el crecimiento de la ciudad que alcanzó el 90 % de la ocupación del suelo actual en medio siglo, así como por la demanda agregada de las actividades económicas y la población, la cual se incrementó 85 % en el mismo periodo.

<sup>16</sup> La cual se incrementó 101 Mm<sup>3</sup> en cinco años.

<sup>17</sup> El principal sector que demanda agua en la entidad son los ingenios azucareros.

Por lo tanto en 1950 la capacidad de recarga era 50 % mayor que la actual y con base en las tendencias de la demanda agregada y la ocupación del suelo se proyecta un 20 % de déficit para la siguiente década -gráfica 24-. En este escenario la viabilidad económica y social de 40 % de los usos del suelo no esta garantizada en el costo plazo.

Gráfica 24. Recarga media anual y demanda agregada de agua para el 2010.



Elaboración propia basada en CNA, 2004. Estadísticas del agua en México. Gobierno del Estado de Morelos, UAEMor. 2002. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial Sustentable. Gobierno del estado de Morelos. 2001. Programa de desarrollo urbano de centro de población. Periódico oficial. No. 4106. Ortega, Vicente et al. 2003. Aspectos geohidrológicos de los acuíferos del estado de Morelos.

La extracción para usos urbanos e industriales es de 152.38 Mm<sup>3</sup>/año, sin embargo este volumen no se abastece, ni factura completamente. El abastecimiento real equivale al 56 % del volumen extraído<sup>18</sup> debido a los escurrimientos y las fugas en la infraestructura<sup>19</sup>. Además el volumen facturado del 96.03 % de los usos municipales que cuenta con servicio de agua entubada equivale solamente al 51 % del abastecimiento real.

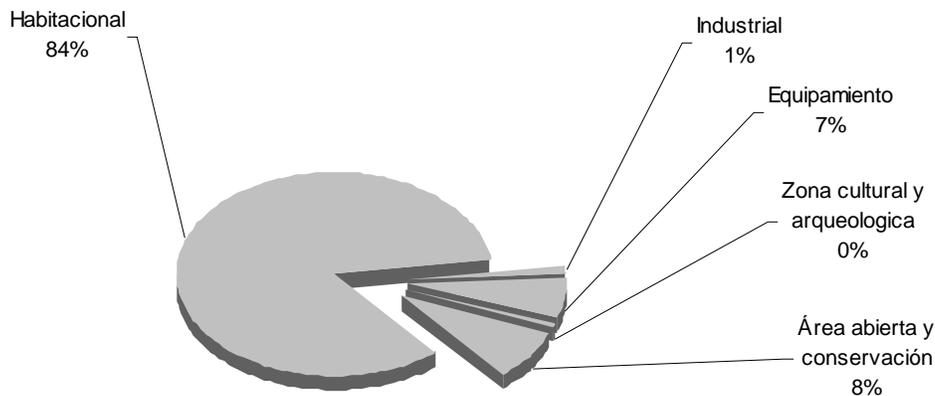
<sup>18</sup> El registro del abastecimiento real en 1998 fue de 98 Mm<sup>3</sup> y en el 2003 fue de 85.33 Mm<sup>3</sup>.

<sup>19</sup> De 10 y 34 % respectivamente. La antigüedad de la red es de 30 años en promedio. Esta tiene una extensión de 354.8 km cuyos diámetros van de las 11/2" a las 18", la cual es abastecida en 58 pozos profundos y 4 manantiales, los cuales tienen una producción aproximada de 2278 l.p.s., mientras que para su distribución se utilizan 70 equipos de bombeo y rebombeo, aprovechando 64 tanques de regulación o almacenamiento, 47 de los cuales se encuentran en servicio con una capacidad es de 27408 m<sup>3</sup>.

## Oferta potencial según usos del suelo

En Cuernavaca la oferta potencial de agua esta condicionada por la ineficiencia del sistema de distribución y por la demanda e infiltración según el uso del suelo. SAPAC<sup>20</sup> reporta que el 91.1 % del volumen facturado proviene de tomas domiciliarias habitacionales, por lo que el mayor porcentaje del abastecimiento real es consumido en este tipo de usos<sup>21</sup> -gráfica 25-.

Gráfica 25. Ocupación según usos del suelo.



Elaboración propia basada en Gobierno del estado de Morelos. 2001. Programa de desarrollo urbano de centro de población.

Los usos habitacionales facturan un volumen de 47.78 Mm<sup>3</sup>/año, sin embargo el consumo y las políticas de distribución<sup>22</sup> del recurso no son homogéneas. De hecho los usos habitacionales de densidad baja cuentan con mejor nivel de ingreso, menor cantidad de población y al mismo tiempo reciben un servicio constante, el cual es utilizado para el mantenimiento de áreas jardinadas y equipamientos deportivos principalmente.

<sup>20</sup> Secretaría de agua potable y alcantarillado.

<sup>21</sup> La industria manufacturera (bebidas, tabaco, papel, plástico y hule) y los usos comerciales utilizan 8 % del abastecimiento real.

<sup>22</sup> El ingreso está asociado a las características de la vivienda en términos de localización, niveles de servicios y concentración de población (Boltvinik, 1998), (Boltvinik, 1999), (SEDESOL, 2002). Esto lleva a un consumo diferencial.

En este sentido los usos de baja densidad tienen ventajas urbano-arquitectónicas en términos de la localización, disponibilidad de servicios, área de predios, materiales constructivos, equipamiento deportivo y jardines. Estos usos ocupan cerca del 50 % del área urbana (Gobierno del estado de Morelos, 2001) – cuadro 29-, pero en ellos habita menos una tercera parte de la población. En contraste los usos de densidad medio-alta tienen las mayores concentraciones de población, pero registran déficit de servicios y equipamiento, además de que el mayor porcentaje de viviendas es progresivo, construido con material barato y localizado en zonas vulnerables.

Cuadro 29. Categorías del uso habitacional según sus densidades de población.

<b>Uso habitacional</b>	<b>Hab/ha</b>	<b>Ha</b>	<b>Área urbana (%)</b>	<b>Lote tipo (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Nivel de ingreso</b>
<b>Residencial</b>	50	2502.2	32.15	1000	Alto
<b>Densidad baja</b>	51 - 100	1088.24	13.98	500	Alto
<b>Densidad media</b>	101 - 200	2788.37	35.83	250	Bajo
<b>Densidad Alta</b>	200 - 400	158.23	2.03	120	Bajo

Elaboración propia basada en Gobierno del estado de Morelos. 2001. Programa de desarrollo urbano de centro de población.

### **Demanda por uso habitacional**

La demanda de agua es cuantitativa y cualitativamente diferente según el uso habitacional. Los usos de baja densidad utilizan el recurso para el mantenimiento de jardines, albercas y la limpieza de equipamientos deportivos, mientras que el uso doméstico es estacional en fines de semana y periodos vacacionales<sup>23</sup>. Por el contrario los usos de densidad media alta demandan el recurso principalmente para consumo doméstico debido a que en estos habita el 72 % de la población - cuadro 30-.

<sup>23</sup> En este sentido la población flotante implica un aumento estacional de la demanda de agua. Esta es de aproximadamente 87744 personas, las cuales visitan periódicamente las áreas residenciales donde habitan el mínimo de personas para su mantenimiento.

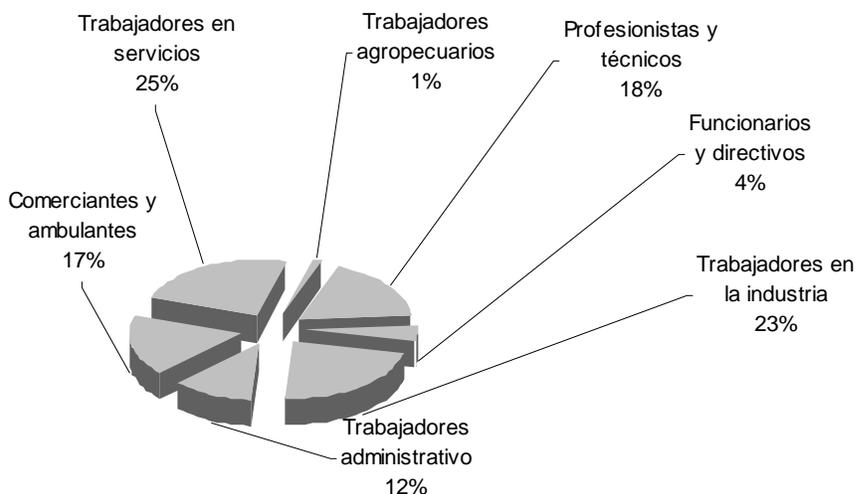
Cuadro 30. Características de la demanda según área y población ocupada.

Uso habitacional	Ha	Porcentaje de área	Población total	Porcentaje población	Población fija	Población flotante
Residencial	2502.2	38.27	62555	14.63		
Densidad baja	1088.24	16.64	54412	12.72		
Densidad media	2788.37	42.65	278837	65.23		
Densidad Alta	158.23	2.42	31646	7.40		
			427450		338706	87744

Elaboración propia basada en Gobierno del estado de Morelos. 2001. Programa de desarrollo urbano de centro de población.

No obstante el consumo para mantenimiento residencial<sup>24</sup> condiciona las políticas de distribución debido a que estas son intermitentes solamente para los usos de densidad media alta. Por lo tanto la disponibilidad per capita afecta principalmente a la población económicamente activa de menores ingresos. De hecho este grupo equivale al 63 % de la población ocupada e incluye comerciantes, obreros, trabajadores agropecuarios, administrativos y en servicios -gráfica 26-, los cuales perciben un ingreso de hasta 3 salarios mínimos mensualmente y utilizan alrededor del 20 % de este para el pago del servicio -gráfica 27-.

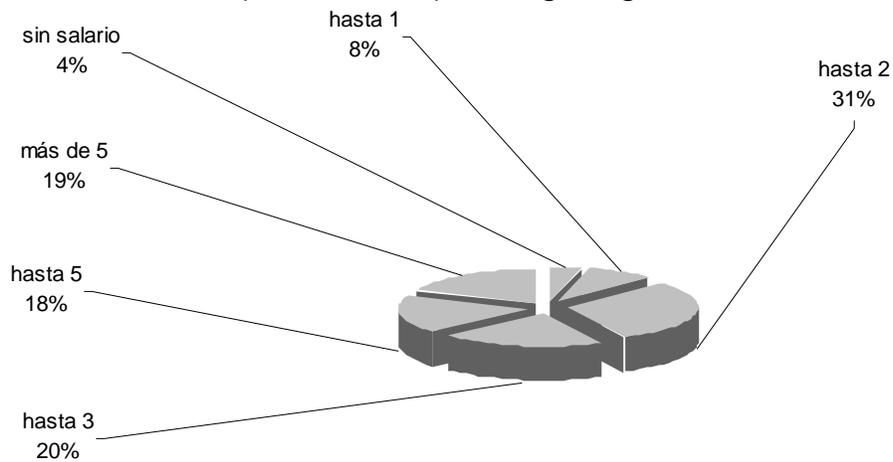
Gráfica 26. Población económicamente activa por subsector en Cuernavaca.



Elaboración propia basada en INEGI. 2000. Imágenes económicas del estado de Morelos.

<sup>24</sup> En los usos de densidades bajas habitan profesionistas, funcionarios o directivos, los cuales representan el 15 % de la PEA.

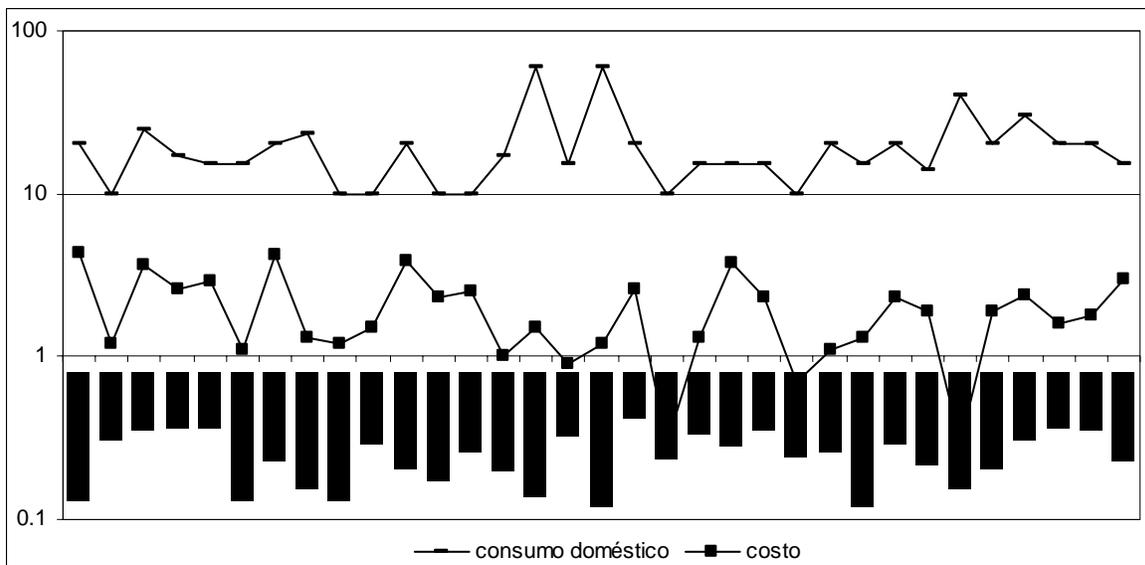
Gráfica 27. Distribución de la población ocupada según ingreso mensual.



Elaboración propia basada en INEGI. 2000. Imágenes económicas del estado de Morelos, México.

Por otro lado los usos de baja densidad tienen otra forma subsidio en el pago por  $\text{m}^3$  abastecido, cuya tarifa hasta  $60 \text{ m}^3$  es de \$1.2. Este rango de consumo permite mantener jardines y albercas que son equipamiento en 55 % de las viviendas locales<sup>25</sup>. En el país solamente Cuernavaca y Puerto Vallarta registran esta tarifa para un mismo volumen -gráfica 28-.

Gráfica 28. Tarifas (pesos) y rangos de consumo doméstico por ciudad ( $\text{m}^3$ ).



Elaboración propia basada en CNA, 2004. Estadísticas del agua en México.

<sup>25</sup> En la ciudad se estima que hay 9400 albercas, es decir 1alberca por hectárea.

## Infiltración por uso

La infiltración es otro factor que condiciona la oferta potencial de agua. La composición de los usos del suelo y sus características son útiles para cubrir esta función. Cuernavaca dispone de 43.14 mts<sup>2</sup>/persona de área abierta, de los cuales solamente 1.3 mt<sup>2</sup> pertenece a espacios públicos, los cuales incluyen parques, jardines y áreas deportivas<sup>26</sup>. Según Naciones Unidas y la normatividad de equipamiento federal (SEDESOL, 1999) este registro está por debajo de lo mínimo recomendable<sup>27</sup>, por lo que la ciudad dispone limitadamente de “equipamiento ambiental”<sup>28</sup>. De hecho los usos de densidad media y baja en particular se distribuyen el mayor porcentaje de área sin urbanizar donde pueden cubrirse las funciones ambientales –gráfica 29-.

Gráfica 29\*. Área sin urbanizar según uso del suelo.

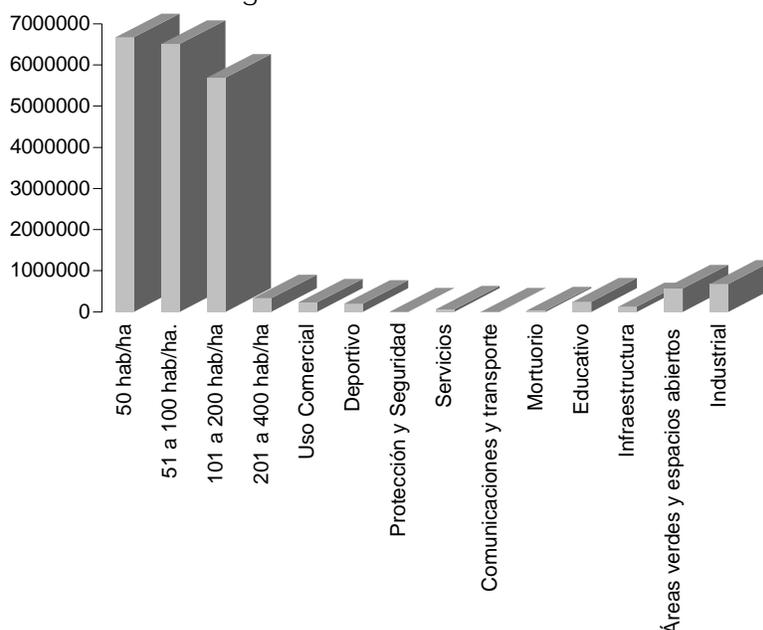


Foto interpretación y elaboración propias basadas en ortofotos digitales: E14A59B - E14A59A. Fotografías aéreas escala 1:75,000 de Noviembre de 1997.

<sup>26</sup> Los servicios deportivos y culturales de la ciudad tienen 1.2 mt<sup>2</sup>/ persona, mientras que los culturales son incluso menores a un metro por persona.

<sup>27</sup> 8 mts<sup>2</sup>/persona.

<sup>28</sup> El equipamiento ambiental todavía no es un concepto integrado en las políticas territoriales.

El 35 % de la ciudad es área libre de urbanización, por lo que puede observarse cierta homogeneidad –plano 9-, sin embargo tres cuartas partes de esta se encuentra en condiciones desérticas o forestadas con vegetación exótica. Por lo que la agricultura abandonada y las cañadas en particular son el equipamiento ambiental funcional.

Plano 9. Área urbana y área libre de urbanización en Cuernavaca.

Foto interpretación y elaboración propias basadas en ortofotos digitales: E14A59B - E14A59A. Fotografías aéreas escala 1:75,000 de Noviembre de 1997. INEGI, 2005. IRIS 3. INEGI, 2005. SCINCE.

### **Costo por infiltración de agua**

La oferta potencial esta condicionada por factores asociados a la ocupación del suelo. Las políticas territoriales impulsan la ocupación comercial-habitacional, la cual tienen un costo no previsto por limitar la infiltración de agua. La disponibilidad de área sin urbanizar permite estimar que el 12.29 % de la demanda es recuperada en la ciudad y el 85.15 % en los usos agroforestales -cuadro 31-.

Cuadro 31. Volumen infiltrado por tipo de uso del suelo en Cuernavaca.

Tipo de uso del suelo	Área urbana (ha)	Área libre de urbanización (ha)	Infiltración (mts <sup>3</sup> )	Porcentaje recuperado
<b>Agroforestales</b>		14780.79	35647274.66	85.15
<b>50 hab/ha</b>	2502.20	667.35	1609468.01	
<b>51 a 100 hab/ha</b>	1088.24	650.87	1569722.70	
<b>101 a 200 hab/ha</b>	2788.37	568.82	1371840.25	
<b>201 a 400 hab/ha</b>	158.23	32.64	78718.86	
<b>Otros usos</b>	213.48	213.48	514856.12	
			40791880.6	12.29
<b>Demanda total</b>			46000000	

Foto interpretación y elaboración propias basadas en ortofotos digitales: E14A59B - E14A59A. Fotografías aéreas escala 1:75,000 de Noviembre de 1997. Gobierno del Estado de Morelos, UAEMor. 2002. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial Sustentable. México.

En Cuernavaca el volumen de agua asignado por persona y por mt<sup>2</sup> de área abierta equivale a 150 lts/persona/día y 5 lts/mt<sup>2</sup> respectivamente (Gobierno del estado de Morelos, 1999). Con base en estos registros se estima que los usos de densidad baja generan el 66.28 % de la demanda total municipal principalmente para consumo humano, mientras que su capacidad de recuperación es mínima, la cual alcanza solamente el 10 % del volumen utilizado debido a que estos usos disponen de la menor área libre de urbanización en la ciudad –cuadro 32, 33-.

Cuadro 32. Demanda de agua según uso del suelo.

Tipo de uso del suelo	Población	Demanda agua		Demanda total
		Uso humano <sup>29</sup>	Jardines <sup>30</sup>	
		mts <sup>3</sup> /persona/año	mts <sup>3</sup> /mts <sup>2</sup> /año	mts <sup>3</sup> /uso/año
<b>50 hab/ha</b>	33870	1829034	12179219.2	14008253.2
<b>51 a 100 hab/ha</b>	45183	2439882	11878393.7	14318275.7
<b>101 a 200 hab/ha</b>	231234	12660061.5		12660061.5
<b>201 a 400 hab/ha</b>	23749	1282446		1282446
<b>Demanda registrada uso público</b>	41860000			
<b>Demanda usos habitacionales</b>				42269036.4

Foto interpretación y elaboración propias basadas en ortofotos digitales: E14A59B - E14A59A. Fotografías aéreas escala 1:75,000 de Noviembre de 1997. Gobierno del Estado de Morelos, UAEMor. 2002. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial Sustentable. México.

<sup>29</sup> 150 lts/persona/día. (Gobierno del estado de Morelos, 1999).

<sup>30</sup> 5 lts/mt<sup>2</sup> (Gobierno del estado de Morelos, 1999).

Cuadro 33. Oferta según uso del suelo.

<b>Tipo de uso del suelo</b>	<b>Demanda total</b>	<b>Infiltración</b>	<b>Déficit por uso</b>	<b>Porcentaje cubierto</b>
	<b>mts<sup>3</sup>/uso/año</b>	<b>mts<sup>3</sup>/año</b>	<b>mts<sup>3</sup>/persona/año</b>	
<b>Agrícola y forestal</b>		35647274.66		
<b>50 hab/ha</b>	14008253.2	1609468.01	12398785.19	3.80
<b>51 a 100 hab/ha</b>	14318275.7	1569722.70	12748583	3.71
<b>101 a 200 hab/ha</b>	12660061.5	1371840.25	11288221.25	3.24
<b>201 a 400 hab/ha</b>	1282446	78718.86	1203727.14	.18
<b>Otros usos</b>		514856.12		
<b>Demanda usos habitacionales</b>	42269036.4			
<b>Demanda todos los usos</b>	46000000			
<b>Infiltración total</b>		40791880.6		
<b>Déficit usos habitacionales</b>			37639316.6	
<b>Déficit total anual</b>			5208119.4	

Foto interpretación y elaboración propias basadas en ortofotos digitales: E14A59B - E14A59A. Fotografías aéreas escala 1:75,000 de Noviembre de 1997. Gobierno del Estado de Morelos, UAEMor. 2002. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial Sustentable. México.

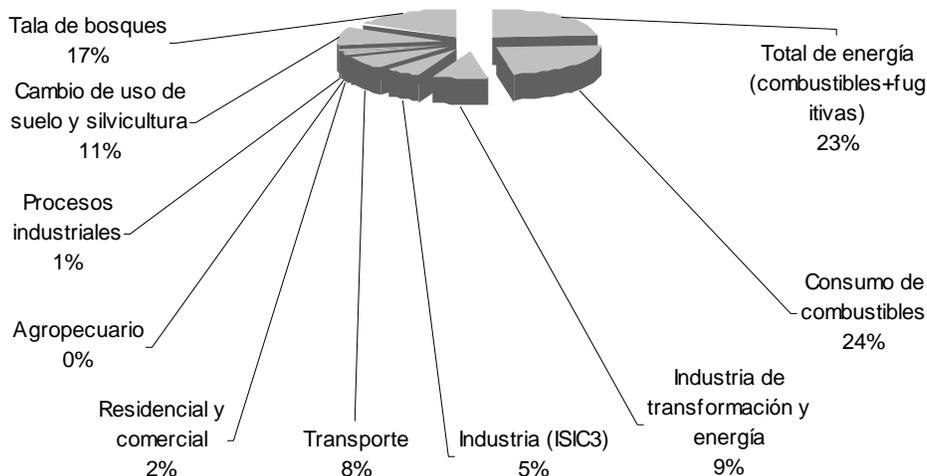
En este sentido los usos tienen una demanda potencial de agua que no recuperan en su área libre de urbanización, por lo que la ciudad depende de usos agroforestales para cubrir este tipo de servicios ambientales. Considerando que cada hectárea ocupada en Cuernavaca limita un volumen de infiltración de 2411.73 mts<sup>3</sup>/ha/año y que el costo por volumen en la zona de disponibilidad de la ciudad equivale a \$ 3.74 mt<sup>3</sup>, entonces el beneficio económico por conservar una ha equivale a \$9019.87. En estos términos el área urbanizada de Cuernavaca entre 1990 y 2000 perdió beneficios económicos estimados en \$ 19455859.59 debido a la limitación de infiltración de agua.

## Captura de carbono

La captura de carbono es un servicio ambiental provisto por la cubierta vegetal, el suelo y los cuerpos de agua. Este permite reducir el volumen de contaminantes atmosféricos, así como sus efectos en el cambio climático y la reducción de la biodiversidad.

En los países desarrollados la contaminación atmosférica proviene principalmente de los procesos productivos que utilizan combustibles fósiles. En México esta es resultado de diferentes factores, entre los cuales sobresalen la tala de bosques, la industria de la transformación y el transporte –gráfica 30-.

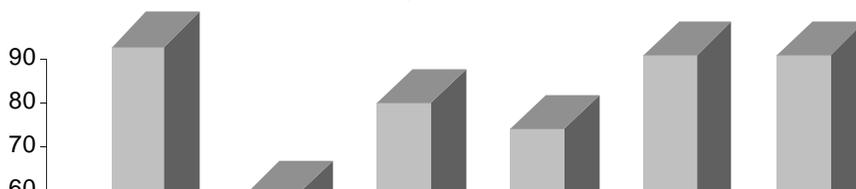
Gráfica 30. Contaminación atmosférica según tipo de actividad.



Elaboración propia basada en Semarnap, Instituto Nacional de Ecología, 1999.

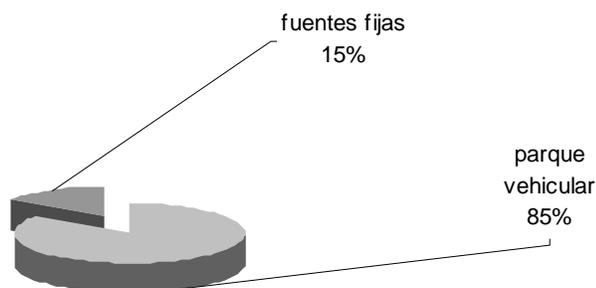
En las ciudades la contaminación atmosférica es ocasionada principalmente por el consumo de combustibles fósiles para el transporte –gráfica 31- (De la Luz, 2000). Esta fuente genera el 85 % del volumen total en Cuernavaca, mientras que el 15 % restante proviene de fuentes fijas-industriales - gráfica 32-, incluyendo la ciudad industrial del valle de Cuernavaca y la ciudad de la confección de Zapata.

Gráfica 31. Contaminación ocasionada por el consumo de combustibles fósiles.



Elaboración propia basada en Semarnap, Instituto Nacional de Ecología, 1999.

Gráfica 32. Principales fuentes de contaminación atmosférica en Cuernavaca.



Elaboración propia basada en Gobierno del Estado de Morelos, UAEMor. 2002. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial Sustentable.

La contaminación de la ciudad se estima en 17,995,713 ton/año –cuadro 34. En este volumen intervienen diferentes factores, los cuales están asociados al parque vehicular y la estructura urbana. Estos incluyen la antigüedad del transporte público y privado, los incrementos periódicos en el volumen original, la distancia-velocidad de los recorridos, las características de las vialidades en términos de secciones transversales, pendientes, así como los intervalos de frenado.

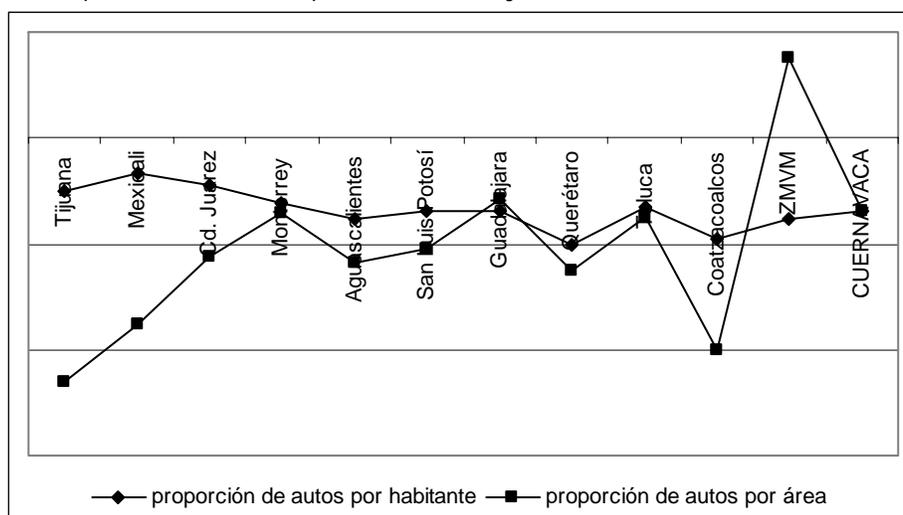
Cuadro 34. Volumen estimado de contaminantes atmosféricos en Cuernavaca (ton/año).

	<b>Partículas</b>	<b>so2</b>	<b>co</b>	<b>nox</b>	<b>Hc</b>	<b>Total</b>
<b>Cuernavaca</b>	390169	10452	1161056	48076	185960	1795713

Elaboración propia basada en Semarnap, Instituto Nacional de Ecología, 1999.

La ciudad registra 140,000 unidades de transporte público y privado, la cual tiene ingresos diarios y en periodos vacacionales de 18,000 y 200,000 vehículos respectivamente (SCT, 2003). En condiciones normales el parque vehicular tiene una tasa por área urbana y población de las más altas -gráfica 33-. Además la traza urbana tiene cuadras de 600 mts<sup>2</sup>, vialidades de secciones transversales de 4 a 6 mts y pendientes por arriba del 35 %, lo cual afecta el volumen de servicio y reduce la velocidad de circulación a 20 km/hr -cuadro 35-.

Gráfica 33. Proporción de autos por habitantes y área urbana.



Elaboración propia basada en Semarnap, Instituto Nacional de Ecología, 1999.

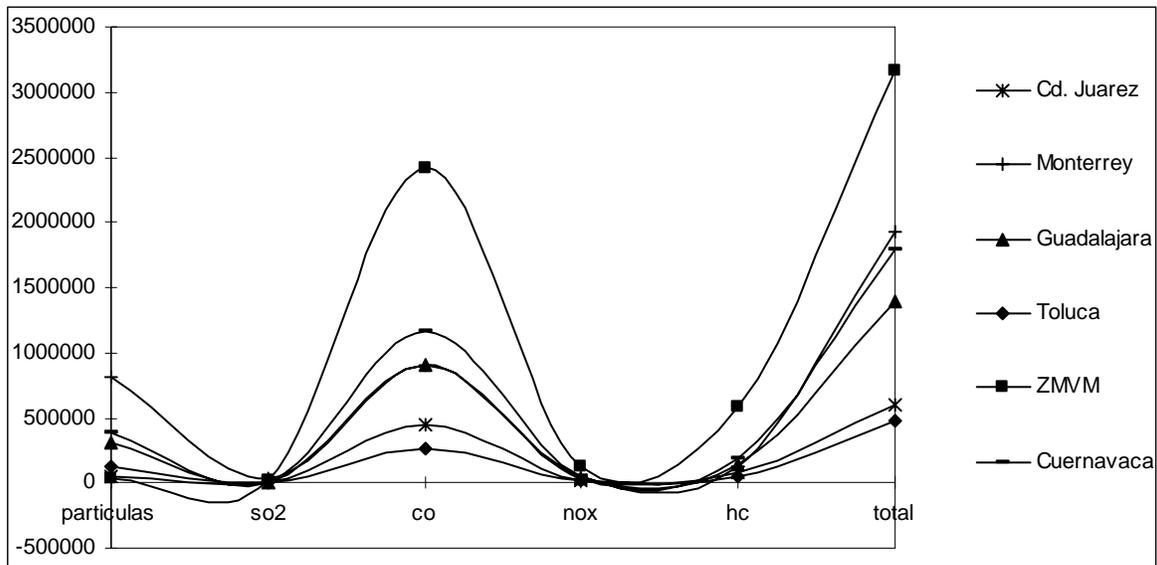
Cuadro 35. Características y servicio de las vialidades.

<b>Recomendado</b>				
<b>vialidad</b>	<b>Volumen de servicio</b>	<b>Velocidad de circulación</b>	<b>Sección de vía</b>	<b>Pendiente máxima</b>
	<b>veh/hora/carril</b>	<b>km/hr</b>	<b>Mts</b>	<b>%</b>
<b>Regional</b>	1200/1500	70/90	60/90	4
<b>Primaria</b>	500/800	50/70	40/60	5 a 7
<b>Secundaria</b>	400/500	30/50	40/15	8 a 12
<b>Local</b>	hasta 400	15/30	9 a 15	8 a 15
<b>Cuernavaca</b>				
<b>Regional</b>	3500	90/110	28/32	2
<b>Primaria</b>	3800	40/60	15/18	2 a 15
<b>Secundaria</b>	3800	20/40	12/14	2 a 20
<b>Local</b>	3800	10/30	4/6	2 a 20

Elaboración propia basada INEGI, 2000. Carta digital Cuernavaca E14A59. México. Secretaría de desarrollo urbano y vivienda. 1997. Programas delegacionales de desarrollo urbano. 1997 - 2000. Guía para la interpretación de las normas de ordenación.

Por lo tanto la tasa de vehículos por población y área urbana, así como la estructura urbana son factores que contribuyen al incremento de la contaminación atmosférica local. En términos de emisión de carbono la ciudad registra volúmenes similares a los de Monterrey y Guadalajara<sup>1</sup>, donde se tienen mayores concentraciones urbanas -gráfica 34-

Gráfica 34. Volumen anual por elemento por ciudad en 1999.



Elaboración propia basada en Semarnap, Instituto Nacional de Ecología, 1999.

## Tipos de vegetación

La capacidad de captura de carbono esta asociada al tipo de vegetación, así como a sus condiciones de deterioro o existencia<sup>2</sup>. En Cuernavaca el 80 % del área municipal esta libre de urbanización -gráfica 35-. Esta registra diferentes tipos de vegetación, los cuales incluyen bosque, agricultura, vegetación riparia, exótica o introducida, así como zonas sin ningún tipo de vegetación, que son consideradas como áreas desérticas urbanas.

<sup>1</sup> En el monitoreo atmosférico local se reconocen incrementos en las horas pico, pero siempre por debajo de la norma oficial, no obstante este no registra los cambios ocasionados por el incremento periódico del parque vehicular.

<sup>2</sup> Esto implica que puede haber suelo libre de urbanización sin vegetación o con vegetación exótica, la cual no cubre el servicio de captura tan eficientemente.

Gráfica 35. Proporción de área libre de urbanización y área urbana Cuernavaca.

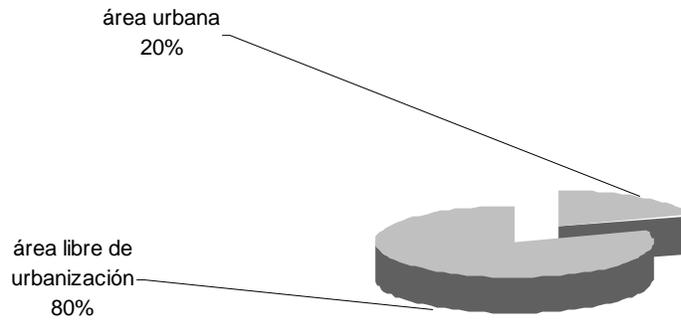


Foto interpretación y elaboración propias basadas en ortofotos digitales: E14A59B - E14A59A. Fotografías aéreas escala 1:75,000 de Noviembre de 1997.

El bosque y la agricultura ocupan el mayor porcentaje de área municipal – cuadro 36-, pero también son los tipos de vegetación que más disturbios registran debido al crecimiento urbano<sup>3</sup>. De hecho la ciudad dispone solamente de áreas libres de urbanización en condiciones desérticas o con vegetación exótica, las cuales interrumpen o limitan las funciones ambientales<sup>4</sup>. Por lo tanto la provisión de estas al interior del área urbana depende exclusivamente de la vegetación riparia de las cañadas<sup>5</sup> y las zonas agroforestales.

Cuadro 36. Tipos de vegetación y área ocupada en el municipio de Cuernavaca (ha).

<b>Agricultura</b>	Agricultura periurbana	1593.12
	Agricultura urbana	568.35
	Agricultura abandonada	3513.58
<b>Bosque</b>	Bosque conservado <sup>6</sup>	5615.88
	Bosque con indicadores de manejo	903.04
<b>Suelo libre de urbanización</b>	Sin vegetación	669.72
	Con vegetación exótica	963.56
<b>Vegetación riparia</b>	Urbana	765.31
	Fuera de la ciudad	1649.53

Foto interpretación y elaboración propias basadas en ortofotos digitales: E14A59B - E14A59A. Fotografías aéreas escala 1:75,000 de Noviembre de 1997.

<sup>3</sup> Debido a este proceso se observa un alto porcentaje de agricultura abandonada y de bosque con indicadores de manejo.

<sup>4</sup> El suelo libre de urbanización desértico, sin ningún tipo de vegetación, ocupado con vegetación exótica o introducida tienen limitadas capacidades para cubrir servicios ambientales.

<sup>5</sup> Lo cual no obsta para que la principal contaminación en estas áreas sea la ocasionada por los efluentes vertidos en ellas.

<sup>6</sup> El bosque del municipio tiene indicadores de disturbio, sin embargo para el caso se considera como el principal tipo de vegetación con capacidad de captura de carbono.

El volumen de captura de carbono esta condicionado por los tipos de vegetación y su nivel de deterioro. La agricultura en particular puede clasificarse según el nivel de disturbio urbano que la afecta<sup>7</sup>.

- a. La agricultura periurbana en el poniente de la ciudad se conserva debido a la frontera natural de las cañadas. Por el contrario en la región norte esta es una extensión de la frontera agrícola. Las dos zonas registraron 1593.12 ha en el 2000 –plano 10-, sin embargo las políticas territoriales proyectan el crecimiento urbano de mediano y largo plazo en ambas.

Plano 10. Agricultura periurbana.

Foto interpretación y elaboración propia basada en ortofotos digitales: E14A59B - E14A59A. Fotografías aéreas escala 1:75,000 de Noviembre de 1997.

- b. La agricultura urbana esta rodeada de usos urbanos, por lo que tiene un alto índice de fragmentación y abandono. Esta ocupa 568.35 ha principalmente en la norte de la ciudad, las cuales se localizan alrededor de las vías de comunicación regionales donde la urbanización ejerce mayor presión -plano 11-.

---

<sup>7</sup> Esta es principalmente de temporal y el principal cultivo es de maíz, excepto en algunas zonas donde predominan los viveros de flores y vegetación exótica.

Plano 11. Agricultura urbana.

Foto interpretación y elaboración propias basadas en ortofotos digitales: E14A59B - E14A59A. Fotografías aéreas escala 1:75,000 de Noviembre de 1997.

- c. El bosque tiene el mayor índice de disturbio municipal. Este perdió el 59.69 % de la cubierta original en 50 años. La zona norte conserva 5615.88 ha, de las cuales 903.04 ha presentan indicadores de manejo, mientras que el resto se encuentra en cierto nivel de homogeneidad -plano 12-.

Plano 12. Bosque.

Foto interpretación y elaboración propias basadas en ortofotos digitales: E14A59B - E14A59A. Fotografías aéreas escala 1:75,000 de Noviembre de 1997.

d. El área urbana se localiza en la principal zona de escurrimientos del valle de Cuernavaca, los cuales la atraviesan de norte a sur -plano 13-, los cuales se utilizan como drenaje de efluentes urbanos, pero por su inaccesibilidad conservan vegetación riparia. Esta tiene un menor índice de disturbio<sup>8</sup> y ocupa 765.31 ha dentro de los límites urbanos y 1649.53 ha fuera de ellos.

Plano 13. Vegetación riparia.

Foto interpretación y elaboración propias basadas en ortofotos digitales: E14A59B - E14A59A. Fotografías aéreas escala 1:75,000 de Noviembre de 1997.

e. El área libre de urbanización con cierta homogeneidad de especies vegetales se conserva en parques urbanos<sup>9</sup>, sin embargo esta equivale a menos del 10 % del área urbana. El porcentaje restante tiene algún nivel de disturbio. La vegetación exótica en particular ocupa 963.56 ha en los usos del suelo de densidad baja y en menor escala en las vialidades y el equipamiento<sup>10</sup> -plano 14-. Esta limita o interfiere las funciones ambientales de la vegetación nativa, por lo que sus proporciones en el área urbana son relevantes.

---

<sup>8</sup> En términos de tala y/o sustitución de vegetación.

<sup>9</sup> Estas áreas son clasificadas como bosques urbanos.

<sup>10</sup> Las políticas urbanas promueven este tipo de reforestación, aun cuando esta tiene efectos ambientales y en la infraestructura.

Plano 14. Área libre de urbanización con vegetación exótica.

Foto interpretación y elaboración propias basadas en ortofotos digitales: E14A59B - E14A59A. Fotografías aéreas escala 1:75,000 de Noviembre de 1997.

- f. El área libre de urbanización en condiciones desérticas ocupa 669.72 ha – plano 15-. Esta se localiza en los usos agrícolas abandonados y los intersticios que estos dejan en la ciudad, además en el equipamiento y las vialidades.

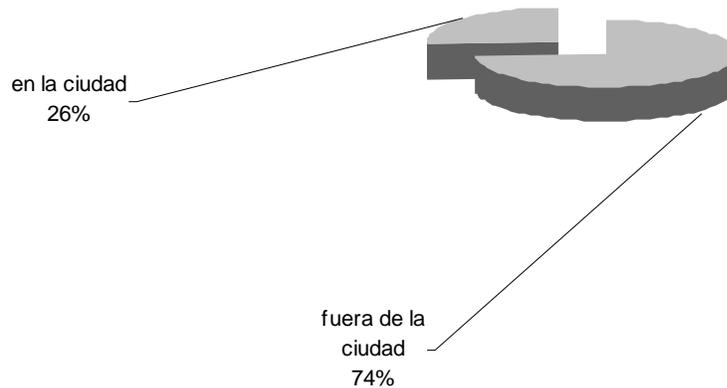
Plano 15. Área libre de urbanización sin ningún tipo de vegetación.

Foto interpretación y elaboración propias basadas en ortofotos digitales: E14A59B - E14A59A. Fotografías aéreas escala 1:75,000 de Noviembre de 1997.

## Capacidad de captura de carbono

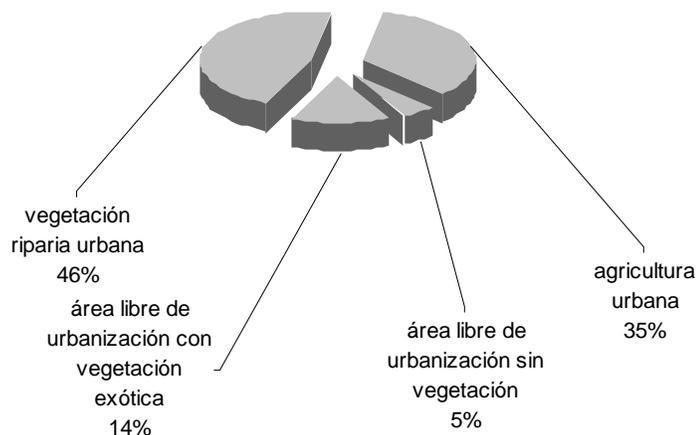
En Cuernavaca la captura de carbono se estima en 1,918,229.74 Ton/ha/año, de la cual tres cuartas partes se lleva a cabo fuera de los límites urbanos –gráfica 36-, mientras que en la ciudad esta función ambiental se cubre más eficientemente en la agricultura urbana y la vegetación riparia -gráfica 37-.

Gráfica 36. Capacidad de captura de carbono.



Elaboración propia basada en Torres, Juan M. y Alejandro Guevara. 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. Office of science, office of fuel energy, US department of energy. 1999. Carbon sequestration. Research and development. Robert, Michel. 2002. Captura de Carbono en los Suelos para un Mejor Manejo de la Tierra. Roma: FAO.

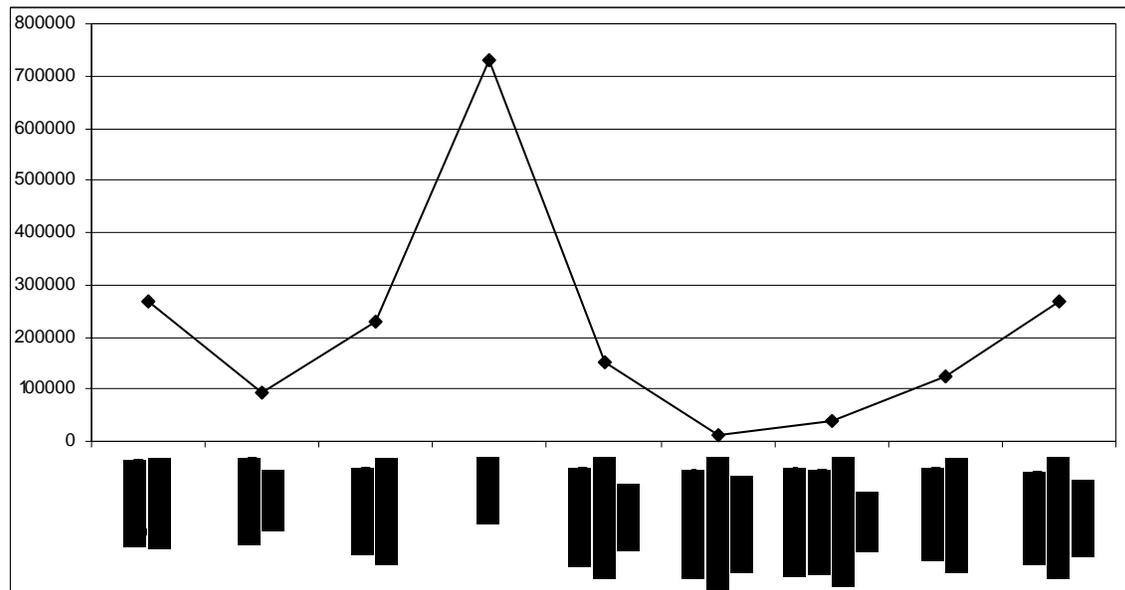
Gráfica 37. Volumen de captura de carbono según tipo de vegetación.



Elaboración propia basada en Torres, Juan M. y Alejandro Guevara. 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. Office of science, office of fuel energy, US department of energy. 1999. Carbon sequestration. Research and development. Robert, Michel. 2002. Captura de Carbono en los Suelos para un Mejor Manejo de la Tierra. Roma: FAO.

La cubierta forestal captura el mayor volumen de carbono, el cual es dos veces mayor que en la agricultura y la vegetación riparia que funcionan como el segundo sumidero municipal –gráfica 38-. No obstante la ocupación del suelo afecta principalmente a los usos agroforestales, los cuales registran los mayores índices de disturbio. Esta condición genera un costo asociado a la eliminación de la función ambiental de captura.

Gráfica 38. Volumen capturado según tipo de vegetación en Cuernavaca.



Elaboración propia basada en Torres, Juan M. y Alejandro Guevara. 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. Office of science, office of fuel energy, US department of energy. 1999. Carbon sequestration. Research and development. Robert, Michel. 2002. Captura de Carbono en los Suelos para un Mejor Manejo de la Tierra. Roma: FAO.

### Costo de captura

El costo por tonelada capturada de carbono se estima entre 10 y 20 dólares (Sedjo, 2000), (Schlegel, 2001), (Ordoñez, 1999), (Clarkson, 2002). En Cuernavaca esta función ambiental tiene un costo total de \$ 532,753,923.00. con base en 10 dólares.

Los costos de la ocupación del suelo están condicionados por el tipo de vegetación afectada. La hectárea sustituida de bosque equivale a \$14,793.99 – cuadro 37- y la de agricultura a \$ 19,015.97. Estos son los usos bajo mayor presión urbana, sin embargo la sustitución del área libre de urbanización con o sin vegetación se estima en \$2266.65 y \$4552.00 respectivamente.

Cuadro 37. Costos de captura por tipo de vegetación.

	<b>Área disponible</b>	<b>Ton C/ha</b>	<b>Captura total</b>	<b>Costo total</b>	<b>Costo marginal</b>
<b>Agricultura periurbana</b>	1593.12	167.1	266210.35	344754117	19015.97
<b>Agricultura urbana</b>	568.35	167.1	94971.28	10807731.7	19015.97
<b>Agricultura abandonada</b>	3513.58	65	228382.7	25989951.3	10339.81
<b>Bosque</b>	5615.88	130	730064.4	83081328.7	14793.99
<b>Bosque con indicadores de manejo</b>	903.04	167.1	150897.98	17172190.1	19015.97
<b>Suelo libre de urbanización sin vegetación</b>	669.72	20	13339.4	1518023.72	2266.65
<b>Suelo libre de urbanización con vegetación exótica</b>	963.56	40	38542.4	4386125.12	4552
<b>Vegetación riparia urbana</b>	765.31	164.8	126123.08	14352806.5	18754.23
<b>Vegetación riparia fuera de la ciudad</b>	1649.53	163.5	269698.15	30691649.5	18606.29

Elaboración propia basada en Torres, Juan M. y Alejandro Guevara. 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. Office of science, office of fuel energy, US department of energy. 1999. Carbon sequestration. Research and development. Robert, Michel. 2002. Captura de Carbono en los Suelos para un Mejor Manejo de la Tierra. Roma: FAO.

## Conclusión

En Cuernavaca las actividades económicas y la población, así como sus patrones de ocupación del suelo afectan la oferta y la demanda de servicios ambientales, los cuales incluyen una diversidad difícil de analizar. La infiltración de agua y la captura de carbono en particular registran la mayor y más consistente información que demuestran cierto nivel de deterioro y cuyos costos económicos pueden estimarse.

La oferta potencial de agua esta condicionada por la demanda agregada de actividades económicas-población y por la ocupación del suelo. Estas características urbanas afectan el acuífero Cuernavaca a tal grado que su recarga media anual para la siguiente década se estima va a ser insuficiente para asegurar la viabilidad económica y social del 40 % de los usos del suelo de la ciudad.

Por su parte la captura de carbono depende de la cubierta vegetal, debido a que esta permite reducir la contaminación atmosférica. El volumen de emisiones se estima en 17,995,713 ton/año, mientras que la capacidad de captura local es de solamente 1,918,229.74 Ton/ha/año. Por lo tanto la ciudad registra un déficit de este servicio ambiental.

La ocupación del suelo local se distribuye 66.37 % en bosque y 31.76 % en agricultura. Ambos usos son determinantes para regular la oferta de servicios ambientales, por lo que cada hectárea ocupada limita un volumen de infiltración de 2411.73 mts<sup>3</sup>/ha/año y alrededor de 148 ton/año de captura, los cuales equivalen a \$9019.87 y \$16904.98 respectivamente.

Por lo tanto la instrumentación de políticas de conservación puede reducir los costos directos de la ocupación espacial que están asociados a la oferta de servicios ambientales. Al mismo tiempo estas políticas reflejan beneficios indirectos derivados de las oportunidades de recreación-estéticos y las tasas de morbilidad o mortalidad, los cuales son relevantes para la viabilidad económica y social de la ciudad.

## 5. Oportunidades de recreación - estéticos

En Cuernavaca el mercado de descanso o turístico esta asociado a las condiciones ambientales locales y a la relativa accesibilidad de la ciudad. Según los métodos de valoración ambiental costo de viaje y valor hedónico<sup>1</sup> la demanda de un área natural presenta variaciones cuando esta se ve modificada o contaminada (Freeman, 2003). En este caso las actividades económicas asociadas al turismo se materializan en usos que compiten por la ocupación territorial, la cual afecta las condiciones ambientales y por lo tanto puede generar costos para la economía local.

Los modelos hacen énfasis en factores como el incremento del costo de viaje, la distancia o el tiempo de recorrido. La evidencia demuestra que los ingresos de las actividades asociadas al turismo han disminuido y por lo tanto la demanda turística de la ciudad.

La variación de la demanda turística esta condicionada por diferentes factores. Convencionalmente estos incluyen el incremento del costo del combustible y el transporte público<sup>2</sup>, sin embargo la ciudad registra algunas deseconomías de aglomeración como el tráfico ocasionado por los ingresos vehiculares en fines de semana y periodos vacacionales o la modificación de las condiciones ambientales locales, lo cual cobra importancia una vez que estas dejan de ser las menos extremosas regionalmente y en consecuencia se pierde una ventaja comparativa que servía como factor de atracción para el mercado de visitantes.

---

<sup>1</sup> Estos métodos permiten construir una curva de demanda cuyo desplazamiento depende del mejoramiento o deterioro ambiental. Esta demanda es en función del numero de visitantes, el gasto por individuo y la calidad del ambiente  $r = r(pr, M, q)$ .

<sup>2</sup> Lo cual es común en las ciudades especializadas en servicios turísticos o de descanso.

Las condiciones ambientales dependen del clima y el estado del tiempo<sup>3</sup>. La ocupación del suelo y sus efectos concretos en la densificación urbana y la deforestación son los principales factores que las modifican y en consecuencia en la generación de costos económicos. En este sentido los patrones de ocupación territorial y las modificaciones del estado del tiempo permiten correlacionar sus tendencias y al mismo tiempo valorar sus costos en términos de la disminución de los ingresos de las actividades económicas asociadas al turismo, lo cual se asume es uno de los efectos indirectos de los patrones de concentración urbana.

### **Factores del clima**

En condiciones naturales el clima depende de factores fisiográficos y procesos energéticos en la atmósfera, en los cuales intervienen el aire y el sol. La ciudad modifica estas condiciones debido a una serie de factores, entre los que destacan:

- a. El índice de ocupación física del suelo que modifica las propiedades necesarias para la absorción o retención de energía y esta asociado a la isla de calor urbano.
- b. La deforestación o desertificación que afecta la regulación de los contaminantes atmosféricos y la temperatura local (CMCC, 2001), (Watson, 2002)<sup>4</sup>.
- c. La emisión de gases a la atmósfera que forma una capa absorbente de energía limitando la autorregulación de los extremos de temperatura<sup>5</sup>.

---

<sup>3</sup>Temperatura y precipitación.

<sup>4</sup> Naciones Unidas recomienda para mitigar localmente el cambio climático la redensificación de vegetación en el área libre de urbanización particularmente.

En la ciudad el recubrimiento sólido con concreto o asfalto, así como el suelo sin ningún tipo de vegetación o en condiciones desérticas equivale al 80 % del área urbana –gráfica 39-. Además el 98 % del crecimiento urbano sustituye principalmente áreas agroforestales y se proyecta en las políticas territoriales la misma tendencia. Por su parte el volumen de contaminantes atmosféricos es de los mas altos en la región central.

Gráfica 39. Ocupación por uso del suelo.

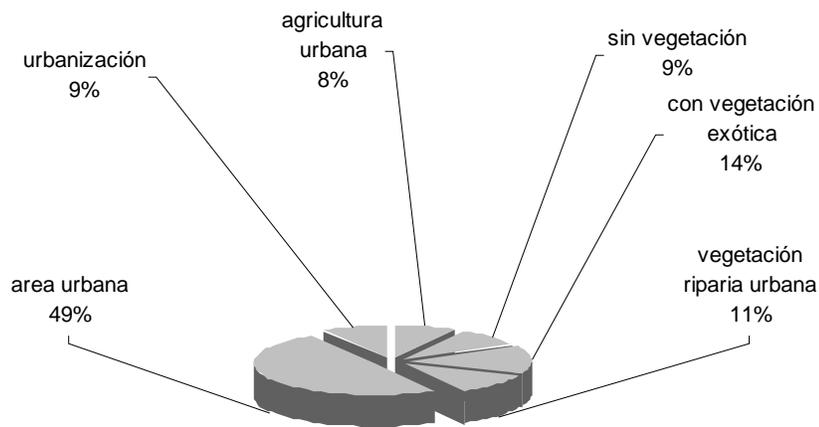


Foto interpretación y elaboración propias basadas en ortofotos digitales: E14A59B - E14A59A. Fotografías aéreas escala 1:75,000 de Noviembre de 1997.

Por lo tanto la modificación de las condiciones del ambiente cuenta con los factores suficientes para afectar los rangos normales<sup>6</sup> de la oscilación de la temperatura promedio mensual-anual, la oscilación térmica y la precipitación media anual. Debido a que el confort térmico es central en la atracción turística de la ciudad, así como para la principal actividad económica local entonces es posible estimar los efectos económicos recientes en correlación con sus modificaciones.

<sup>5</sup> Entre los que se identifican el ozono, el oxígeno y el dióxido de carbono, los cuales absorben pequeñas cantidades de energía y limitan su liberación.

<sup>6</sup> Existen documentos que asocian la concentración de actividades económicas y población de las ciudades a las modificaciones locales y regionales del estado del tiempo (Aguilar, 2002) e incluso hay otros que monitorean las islas de calor ocasionadas por la densificación urbana (Alonso, 2003), (Jauregui, 2001). Sus conclusiones abordan dos aspectos: el incremento de incidencia de algunas enfermedades gastrointestinales e infecciosas y en el confort térmico de la ciudad.

## **Confort térmico ocupación urbana-deforestación**

El clima y el estado del tiempo tienen tres indicadores de confort térmico, la oscilación de las temperaturas máximas y mínimas extremas, la oscilación térmica y la precipitación media anual. En la ciudad estos son modificados por el crecimiento urbano, la deforestación y la emisión de gases a la atmósfera.

El crecimiento urbano y la deforestación en particular pueden ser considerados como las condiciones generales de desertificación que modifican el confort térmico local. Debido a que este es central para las actividades económicas asociadas al turismo es posible estimar su nivel de correlación con los ingresos en diferentes periodos.

### **Indicadores de confort térmico**

Debido a sus características fisiográficas<sup>7</sup> Cuernavaca registra un tipo de clima semicálido A(C)w2" (w)ig, el cual e caracteriza por:

- a. Tener una temperatura media anual entre 18 y 22° C.
- b. Ser el más fresco de los cálidos y con lluvias en verano.
- c. Ser el más húmedo de los subhúmedos con presencia de canícula.
- d. Tener un verano fresco y largo.
- e. Ser isotermal, lo cual implica que la diferencia entre la temperatura del mes más frío y el más caliente es menor de 5° C.
- f. Contar con una marcha de la temperatura del tipo ganges, donde el mes más caliente es mayo y el más frío es enero.

Las características del régimen pluviométrico son:

---

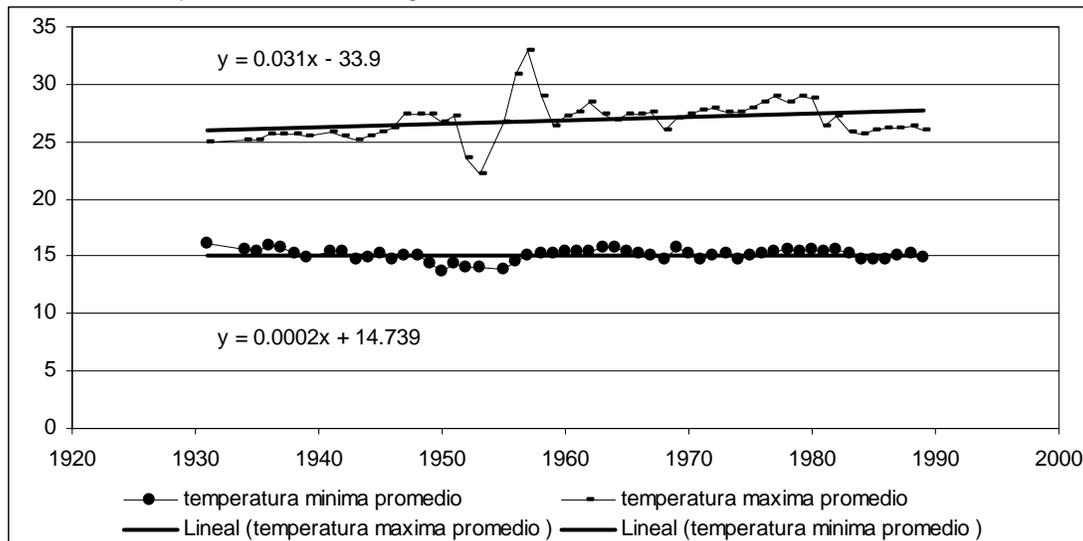
<sup>7</sup> Estas incluyen la latitud, la altitud, el relieve, así como la distribución de las tierras y aguas en un área (García, 1989)

- a. La precipitación media anual es entre 1000 y 1500 mm<sup>8</sup>.
- b. La precipitación total anual es en verano, presentándose entre el 94 y 95 % en los meses de mayo a octubre.
- c. Junio es el mes con mayor precipitación.
- d. Presenta canícula o sequía intraestival en agosto, entre el 10 y 15 % de los días<sup>9</sup>.
- e. La lluvia invernal es menor del 5 %.

### Temperaturas máximas y mínimas extremas

Las temperaturas mínimas extremas de la ciudad se registran constantes alrededor de los 15° C, mientras que las temperaturas máximas extremas demuestran un incremento entre 2 y 3° C desde 1960 –gráfica 40-.

Gráfica 40. Temperatura máxima y mínima media anual en Cuernavaca -1930, 2000-.



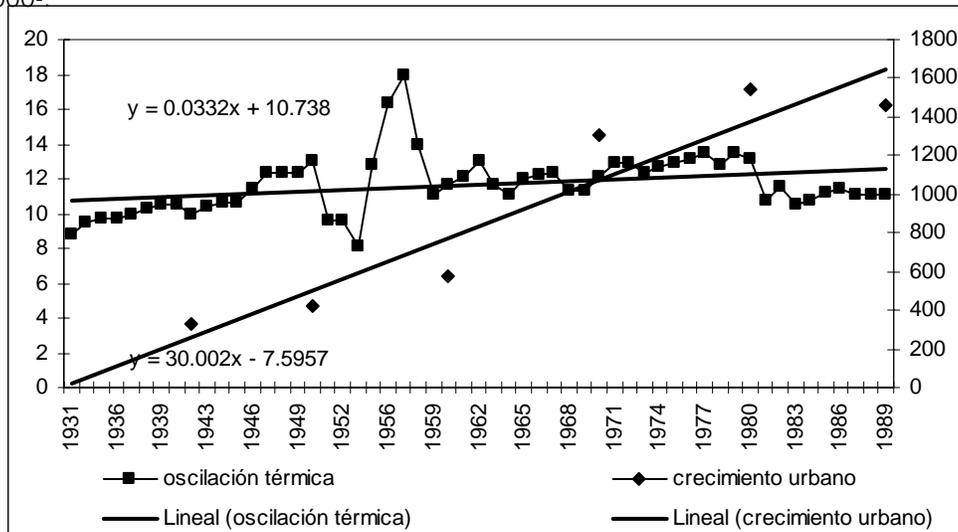
Elaboración propia basada en Taboada, Marisela et al. 1992. Manual sobre temperaturas del estado de Morelos. Morelos: UAEM. Facultad de ciencias biológicas.

<sup>8</sup> La ciudad se localiza en una zona de transición por lo que la precipitación estimada en diferentes estudios es de 1100 mm (Taboada, 1993), (Aguilar, 1998), (Oswald, 2000), sin embargo en términos estrictos las isoyetas en las que se localiza son entre los 1000 y 1500 mm.

<sup>9</sup> La sequía de verano no es considerada una sequía absoluta sino una reducción en el número de días con lluvia justamente en medio de la temporada, lo cual ocasiona una disminución en las cantidades mensuales de la estación e incluso puede no presentarse en algunos años.

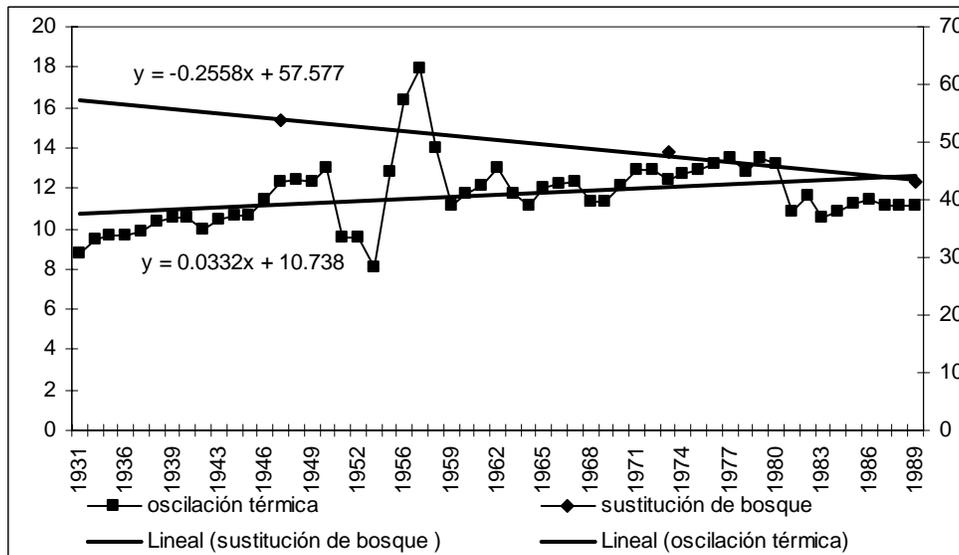
La relación de la oscilación de las temperaturas extremas y el crecimiento urbano-deforestación demuestra que el incremento de las temperaturas máximas coincide con las etapas de mayor crecimiento urbano –gráfica 41, 42- después de la instalación de la primera ciudad industrial del valle, la cual sustituyó las áreas agrícolas más productivas.

Gráfica 41. Oscilación de temperaturas extremas y crecimiento urbano en Cuernavaca - 1930, 2000-



Elaboración propia basada en Taboada, Marisela et al. 1992. Manual sobre temperaturas del estado de Morelos. Morelos: UAEM. Facultad de ciencias biológicas.

Gráfica 42. Oscilación de temperaturas extremas y deforestación en Cuernavaca -1930, 1990-

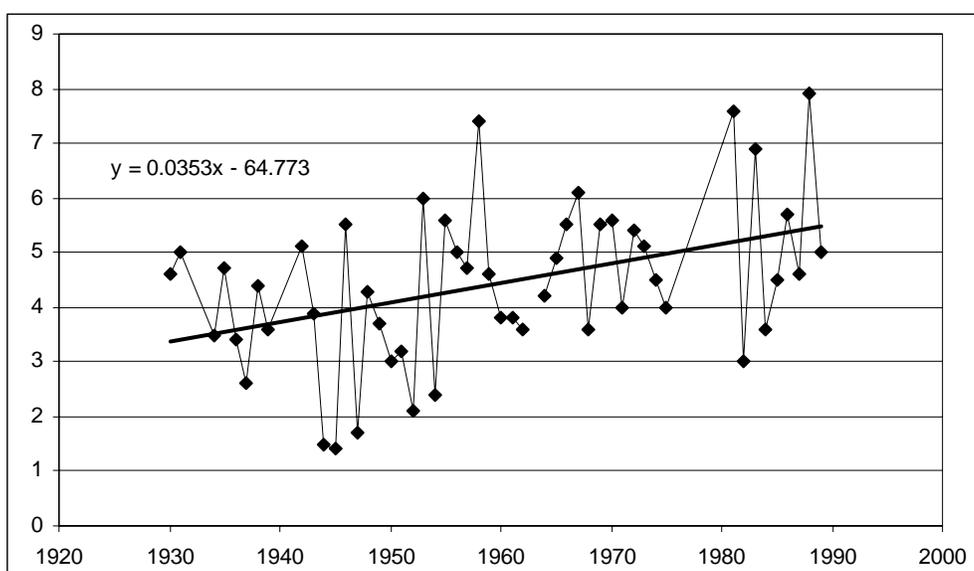


Elaboración propia basada en Taboada, Marisela et al. 1992. Manual sobre temperaturas del estado de Morelos. Morelos: UAEM. Facultad de ciencias biológicas.

## Oscilación térmica

La oscilación térmica es resultado de la diferencia entre las temperaturas del mes más frío –enero- y el mes más caliente –mayo-, la cual refleja una isothermalidad local de 5° C. Aun cuando esta característica se repite en diferentes años, los rangos que iban de 1 a 5° C al principio del siglo pasaron a ser de 4 a 8° C en las décadas posteriores –gráfica 43-. De hecho la isothermalidad local se repite en cada vez menos ocasiones.

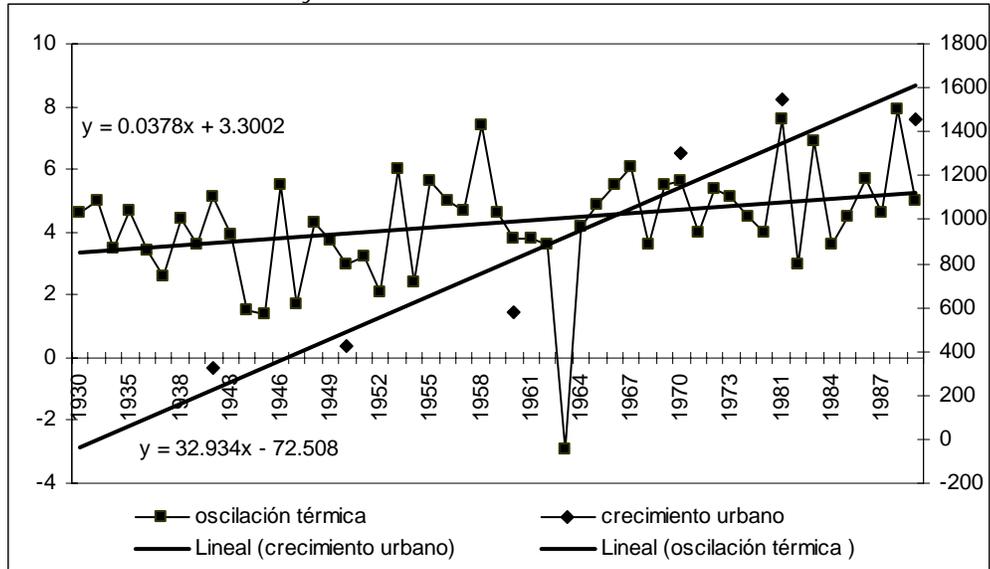
Gráfica 43. Oscilación térmica en Cuernavaca -1930, 2000-.



Elaboración propia basada en Taboada, Marisela et al. 1992. Manual sobre temperaturas del estado de Morelos. Morelos: UAEM. Facultad de ciencias biológicas.

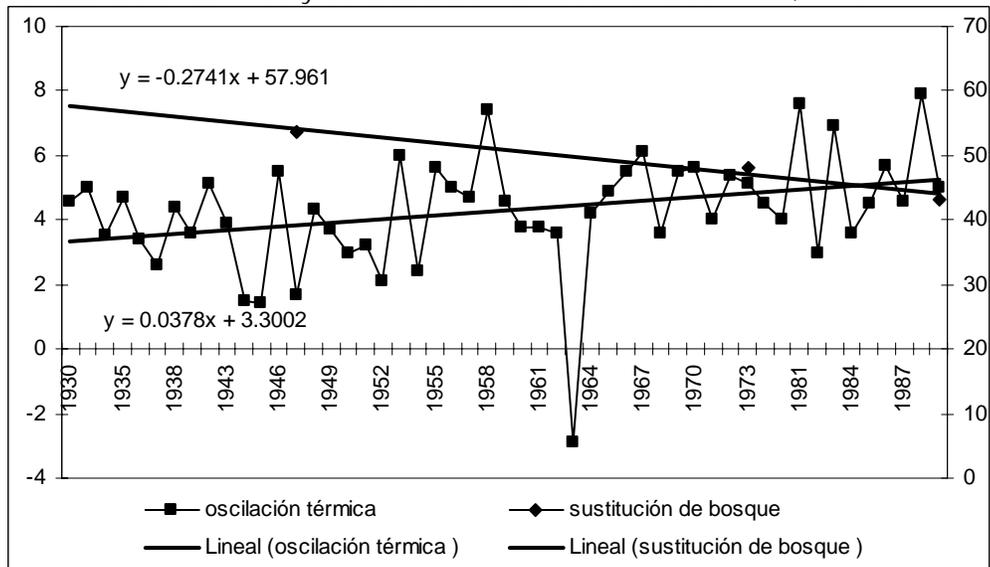
La comparación de la oscilación térmica con las variables antropogénicas del crecimiento urbano y la deforestación demuestra que existe un incremento proporcional –gráfica 44, 45-. De hecho las mayores variaciones de la isothermalidad coinciden con las más altas tasas de crecimiento urbano en la década de 1960 a 1970 y con las tasas de deforestación alcanzadas en la ciudad en los últimos años, cuando la ocupación del suelo agroforestal se vuelve política territorial.

Gráfica 44. Oscilación térmica y crecimiento urbano en Cuernavaca -1930, 1990-.



Elaboración propia basada en Taboada, Marisela et al. 1992. Manual sobre temperaturas del estado de Morelos. Morelos: UAEM. Facultad de ciencias biológicas.

Gráfica 45. Oscilación térmica y deforestación en Cuernavaca -1930, 1990-.

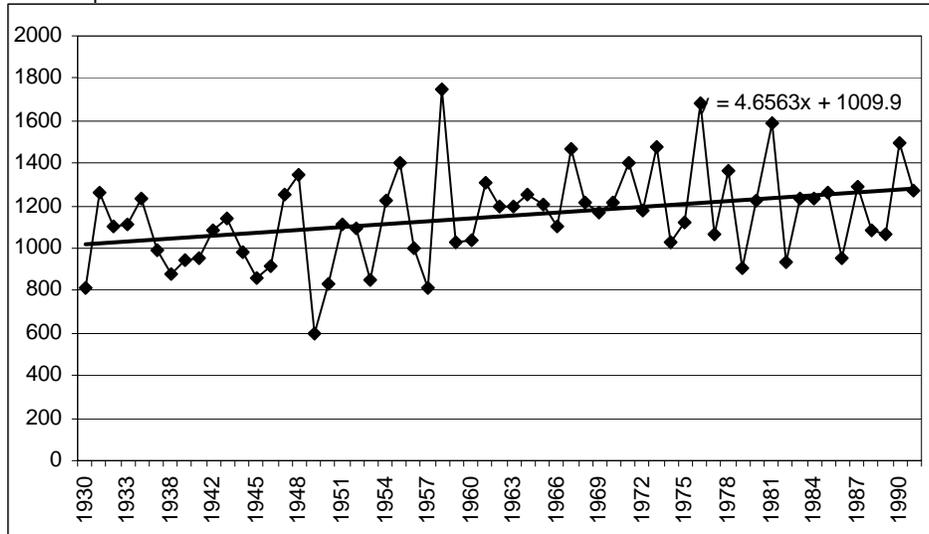


Elaboración propia basada en Taboada, Marisela et al. 1992. Manual sobre temperaturas del estado de Morelos. Morelos: UAEM. Facultad de ciencias biológicas.

### Régimen pluviométrico

Los registros de la precipitación media anual se mantienen dentro del régimen pluviométrico, sin embargo desde finales de 1950 estos presentan un incremento entre 100 y 200 mm anualmente –gráfica 46-.

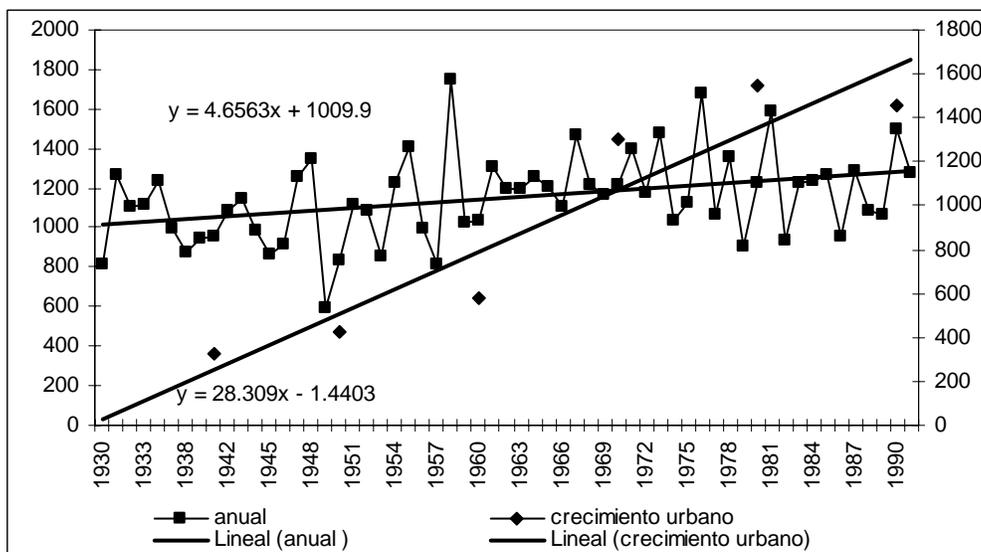
Gráfica 46. Precipitación media anual en Cuernavaca -1930, 1990-.



Elaboración propia basada en Taboada, Marisela et al. 1993. Manual de precipitación del estado de Morelos. Morelos: UAEM. Facultad de ciencias biológicas.

La precipitación total registrada entre 1930 y 1960 fue de 25799.3 mm, la cual se duplicó entre 1960 y 1990 alcanzando 42025.1 mm. Este incremento también coincide con la mayor tasa de crecimiento urbano. El área urbana se incrementa alrededor de 1500 ha por década desde la segunda mitad del siglo XX, en cuyo periodo la precipitación modificó su promedio anual -gráfica 47-.

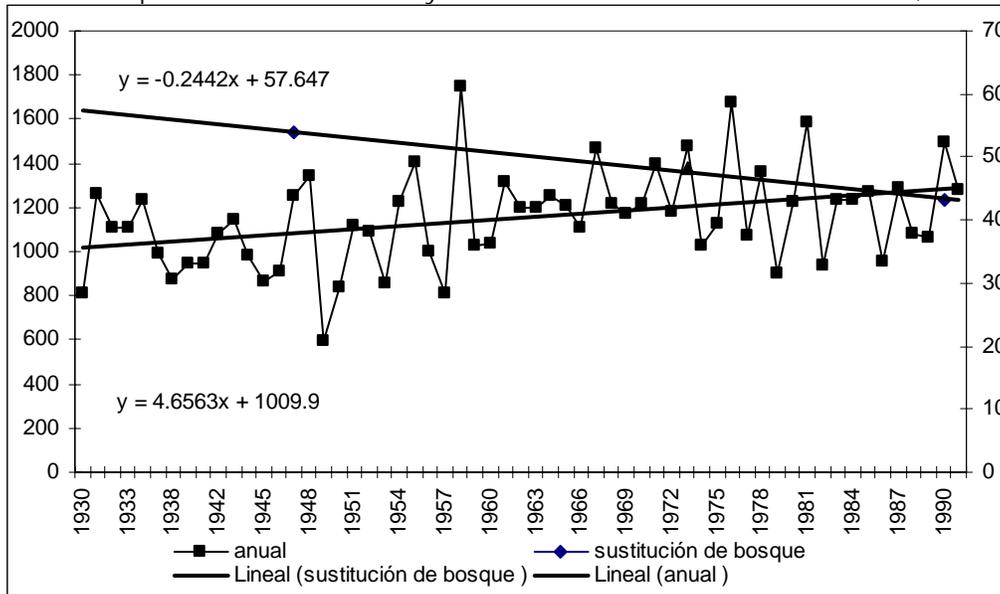
Gráfica 47. Precipitación media anual y crecimiento urbano en Cuernavaca -1930, 1990-.



Elaboración propia basada en Taboada, Marisela et al. 1993. Manual de precipitación del estado de Morelos. Morelos: UAEM. Facultad de ciencias biológicas.

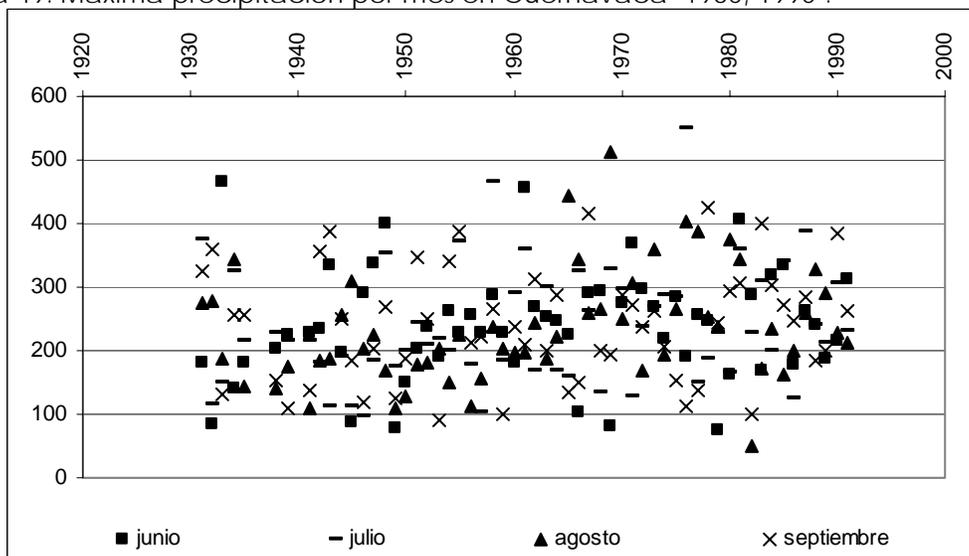
La sustitución de usos agroforestales y la precipitación anual son inversamente proporcionales –gráfica 48-. La precipitación promedio anual se mantiene dentro de los 1000 a 1500 mm, sin embargo la precipitación total se duplicó desde 1950, además el mes de mayor precipitación cambio de junio a septiembre –gráfica 49-.

Gráfica 48. Precipitación media anual y deforestación en Cuernavaca -1930, 1990-.



Elaboración propia basada en Taboada, Marisela et al. 1993. Manual de precipitación del estado de Morelos. Morelos: UAEM. Facultad de ciencias biológicas.

Gráfica 49. Máxima precipitación por mes en Cuernavaca -1930, 1990-.



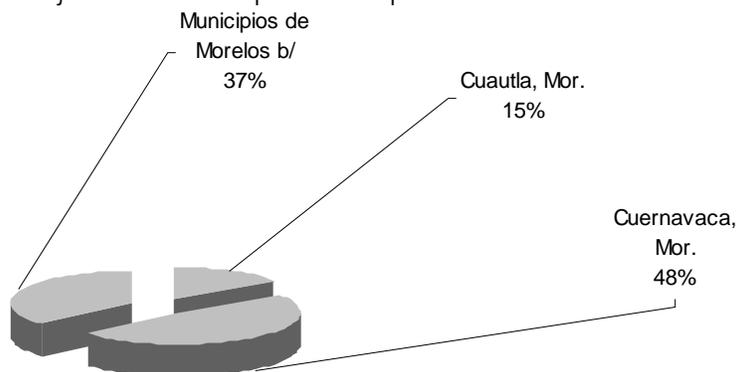
Elaboración propia basada en Taboada, Marisela et al. 1993. Manual de precipitación del estado de Morelos. Morelos: UAEM. Facultad de ciencias biológicas.

## Turismo en Cuernavaca

Las actividades de descanso o recreativas de la ciudad<sup>10</sup> están asociadas al confort térmico local. Por lo tanto la modificación de este tiene efectos en los indicadores turísticos y consecuentemente en su aportación económica.

En el país las categorías turísticas<sup>11</sup> se clasifican según la disponibilidad de patrimonio ambiental o histórico<sup>12</sup> y la actividad turística puede describirse en términos del flujo de visitantes, la procedencia, el tipo de viaje y la ocupación hotelera. Morelos recibe en promedio un millón y medio de turistas anualmente. Cuernavaca en particular cuenta con condiciones ambientales<sup>13</sup> y sitios históricos, por los que se considera una ciudad colonial del interior de la república (SECTUR, 2003), la cual capta 48 % del mercado estatal<sup>14</sup> -gráfica 50-.

Gráfica 50. Porcentaje de visitantes por municipio en Morelos en el 2000.



Elaboración propia basada en SECTUR. 2001. Compendio Estadístico del Turismo en México, 2000. México.

<sup>10</sup> Existen otros aspectos complementarios como la inseguridad y los volúmenes de concentración de contaminantes atmosféricos, sin embargo no se tienen series de tiempo registradas suficientes para considerarlos.

<sup>11</sup> Los sitios turísticos en México están clasificados por SECTUR de acuerdo a sus características en zonas de playa, centros turísticos del interior y grandes ciudades y regionalmente en Mundo Maya, frontera norte y ciudades coloniales.

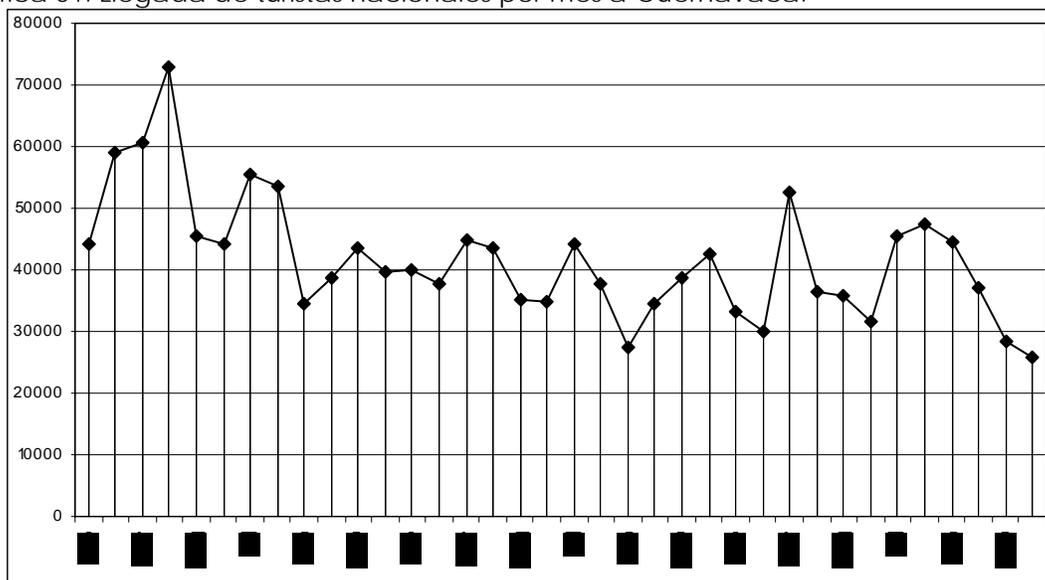
<sup>12</sup> Esta combinación que es una particularidad de Cuernavaca.

<sup>13</sup> La ventaja de la ciudad en términos de confort térmico se demuestra en la oscilación de temperaturas máximas mínimas y la oscilación térmica, debido a que estas son menos extremas que en las ciudades del centro del país, incluyendo Toluca, Puebla, Tlaxcala, Querétaro, Distrito Federal.

<sup>14</sup> Mientras que Cuautla 15 % y los demás municipios 37 %, en los cuales existen servicios turísticos como balnearios.

Según los registros de visitantes anuales (SECTUR, 2004) e ingresos vehiculares<sup>15</sup> (SCT, 2003) se estima que el 30 % de la demanda turística de la ciudad es de fines de semana. Este mercado busca principalmente actividades de esparcimiento en restaurantes, hoteles, bares, centros nocturnos y deportes acuáticos. Mientras que el mayor registro de turismo es en los periodos vacacionales -gráfica 51-, el cual combina las actividades de esparcimiento y la visita a edificios históricos incluyendo museos, zonas arqueológicas y monumentos<sup>16</sup>.

Gráfica 51. Llegada de turistas nacionales por mes a Cuernavaca.



Elaboración propia basada en SECTUR. 2001. Compendio Estadístico del Turismo.

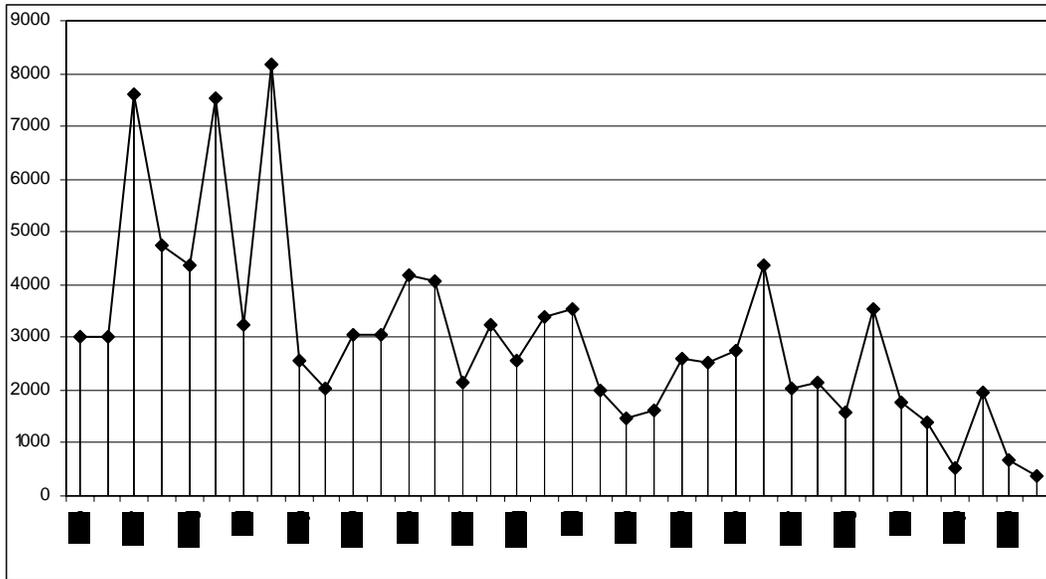
En ambos casos la estancia promedio es de dos días y una noche, lo cual demuestra la predominancia del turismo de fin de semana. Este mercado proviene principalmente del Distrito Federal, sin embargo también se registra un sector extranjero, el cual coincide con los meses más extremos en las latitudes nórdicas<sup>17</sup> y cuyo motivo de viaje es el aprendizaje del español<sup>18</sup> -gráfica 52-.

<sup>15</sup> Los cuales equivalen a 200,000 y 36,000 unidades respectivamente.

<sup>16</sup> Administrados por el INAH

<sup>17</sup> Principalmente estadounidenses y canadienses.

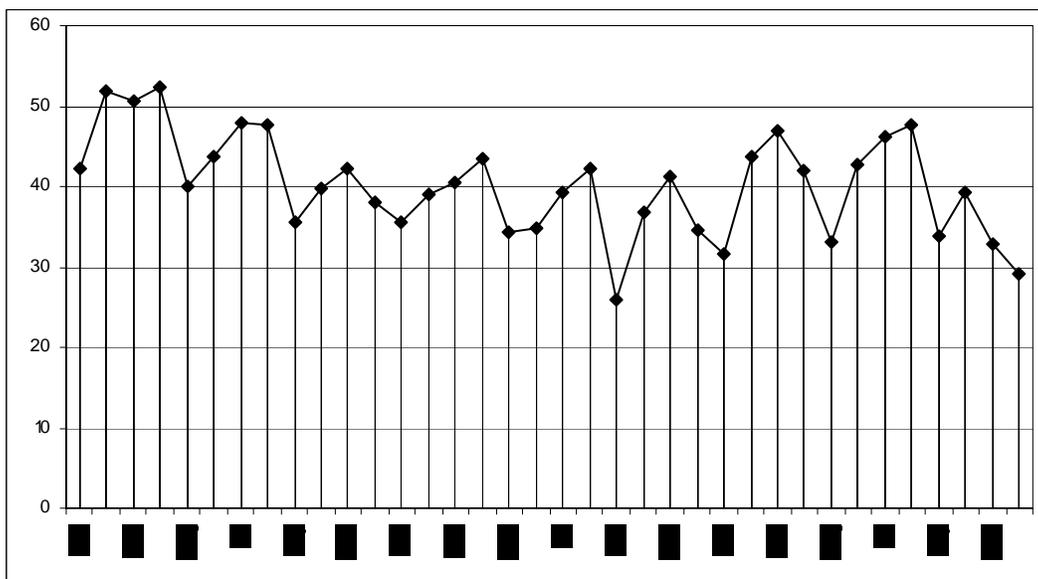
Gráfica 52. Llegada de turistas extranjeros por mes a Cuernavaca.



Elaboración propia basada en SECTUR. 2001. Compendio Estadístico del Turismo.

La ocupación hotelera mensual de turismo nacional y extranjero promedia anualmente 30 % de los cuartos disponibles y se incrementa al 40 % en los periodos vacacionales oficiales principalmente en verano y diciembre –gráfica 53-.

Gráfica 53. Ocupación hotelera por mes en Cuernavaca.



Elaboración propia basada en SECTUR. 2001. Compendio Estadístico del Turismo en México, 2000.

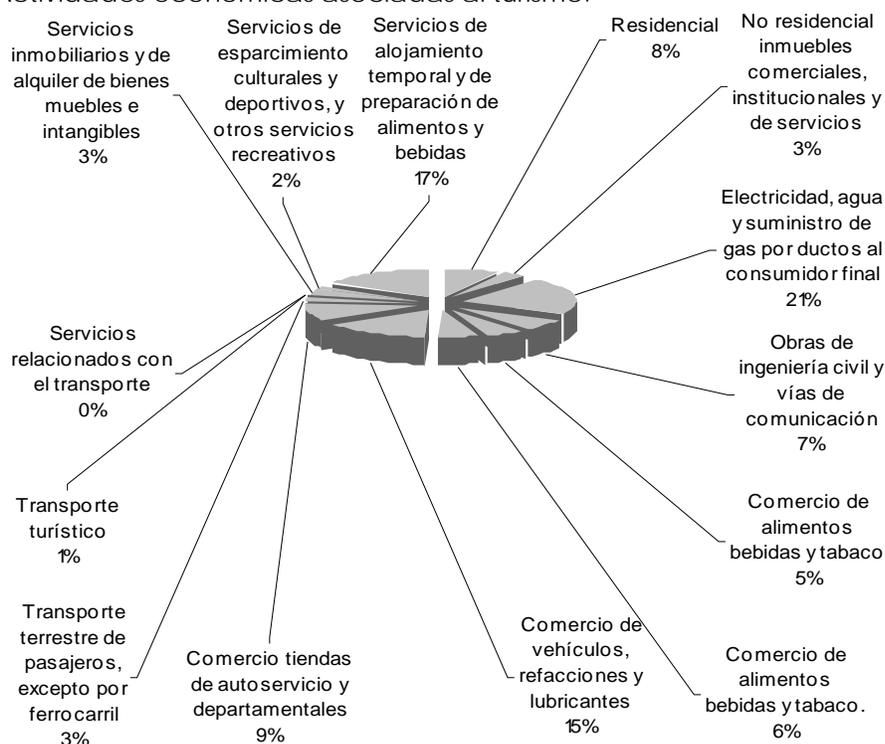
<sup>18</sup> La ciudad cuenta con 18 escuelas de enseñanza de español para extranjeros (INEGI, 2005).

El mayor volumen de visitantes se concentra en las vacacionales oficiales. Cuernavaca cuenta con un patrimonio histórico y ambiental, lo cual es una ventaja comparativa respecto a otros destinos regionales<sup>19</sup>. Además la accesibilidad de la ciudad, los tiempos y costos de viaje permiten sostener el principal mercado turístico proveniente de la capital del país.

## Aportación económica

El mercado de visitantes puede ser temporal con o sin habitación fija en la ciudad. Debido a este factor las actividades económicas asociadas al turismo también incluyen al subsector edificación residencial -gráfica 54-.

Gráfica 54. Actividades económicas asociadas al turismo.

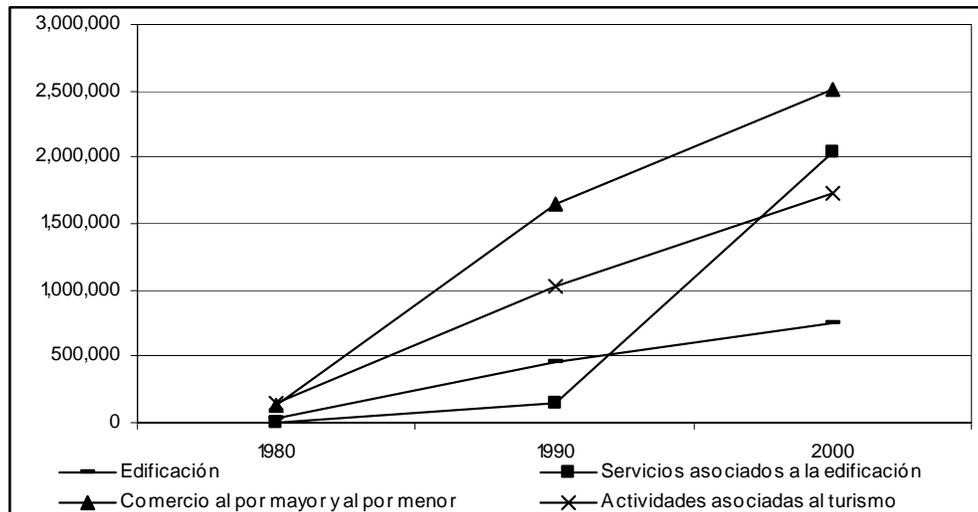


Elaboración propia basada en INEGI. 1999. Censos económicos. INEGI. 1999. Censos económicos. INEGI. 2005. Imágenes económicas del estado de Morelos. Banco de Información Económica, 2003.

<sup>19</sup> Los centros históricos del Distrito Federal y Puebla son patrimonios de la humanidad. Esto atrae un volumen mayor de visitantes, sin embargo la oscilación térmica en estas ciudades es mayor de 7° C, y estas tienen temperaturas máximas y mínimas extremas mayores.

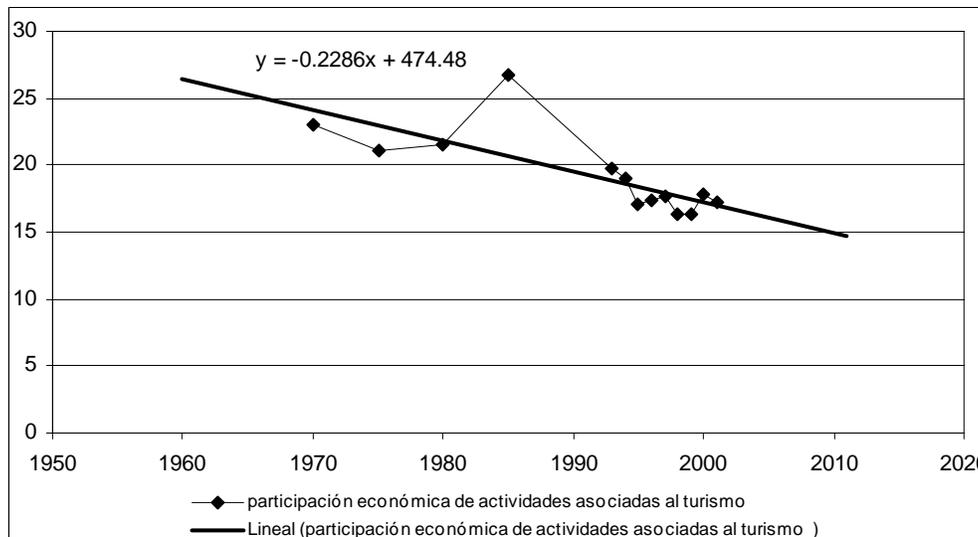
En el 2004 ambos sectores alcanzaron una producción bruta de \$7,019 millones, 60 % de la cual proviene de las actividades turísticas propiamente<sup>20</sup>, la cuales se ha incrementado periódicamente en términos absolutos -gráfica 55-, pero registran una reducción del 17 % en términos reales -gráfica 56-.

Gráfica 55. Aportación económica de las actividades asociadas al turismo en términos absolutos.



Elaboración propia basada en INEGI. 1999. Censos económicos. INEGI. 2005. Censos económicos. INEGI. 2005. Imágenes económicas del estado de Morelos. Banco de Información Económica, 2003.

Gráfica 56. Aportación económica de las actividades asociadas al turismo en términos reales.

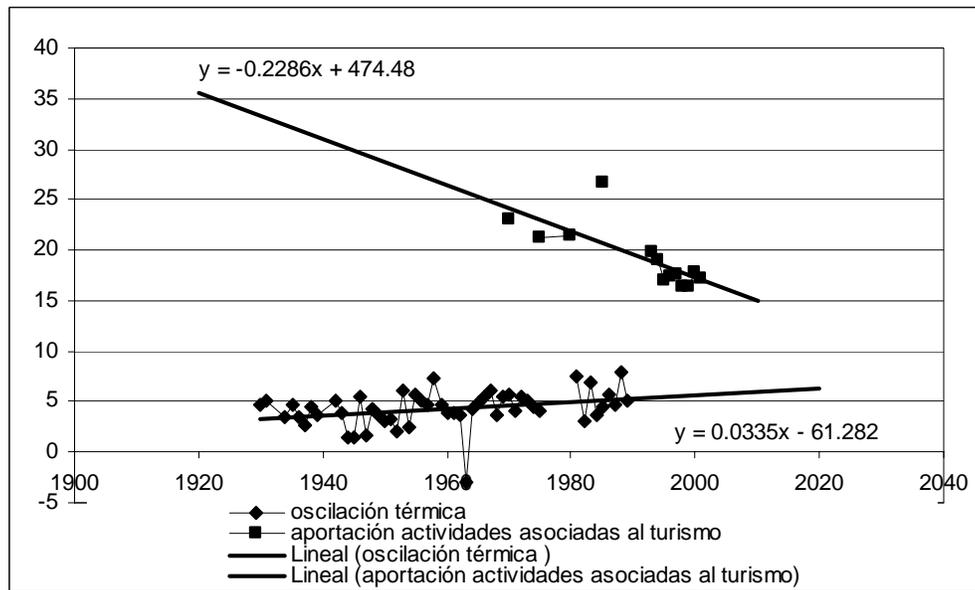


Elaboración propia basada en BIE, 2003. (<http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/bie.html-ssi>).

<sup>20</sup> En el mismo año se registraron 646,066 visitantes. Cada uno de estos gasta en promedio \$1,717.81.

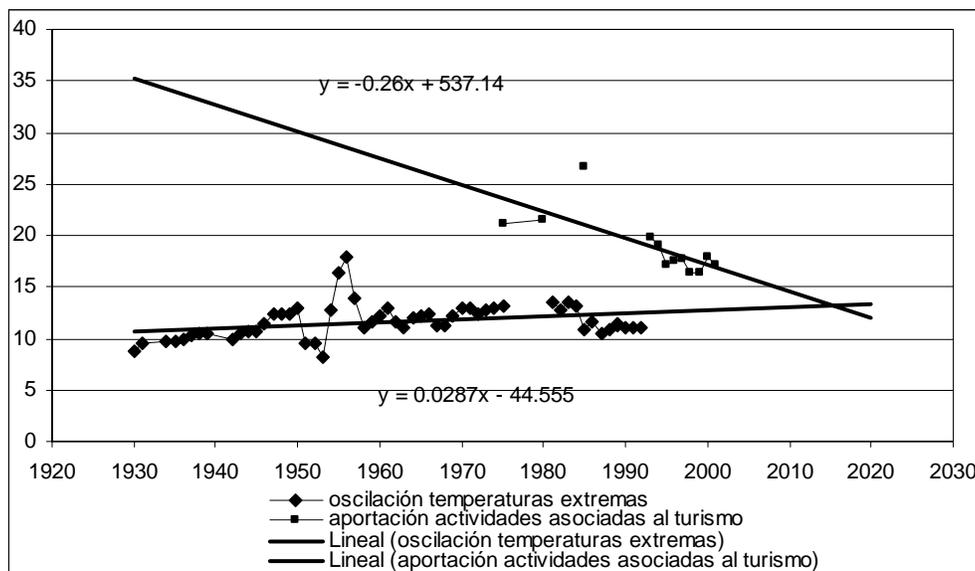
La tendencia del estado del tiempo local es inversamente proporcional a la participación económica de las actividades asociadas al turismo –gráfica 57, 58, 59-.

Gráfica 57. Oscilación térmica y de la aportación de las actividades turísticas al PIB.



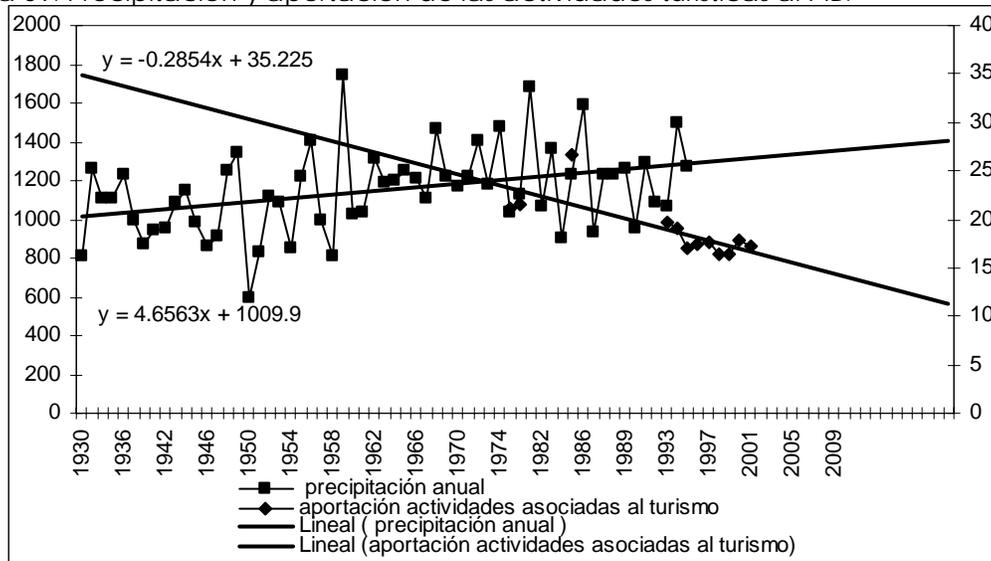
Elaboración propia basada en Taboada, Marisela et al. 1992. Manual sobre temperaturas del estado de Morelos. Morelos: UAEM. Facultad de ciencias biológicas. BIE, 2003. (<http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/bie.html-ssi>)

Gráfica 58. Oscilación temperaturas extremas y aportación de las actividades turísticas al PIB.



Elaboración propia basada en Taboada, Marisela et al. 1992. Manual sobre temperaturas del estado de Morelos. Morelos: UAEM. Facultad de ciencias biológicas. BIE, 2003. (<http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/bie.html-ssi>)

Gráfica 59. Precipitación y aportación de las actividades turísticas al PIB.



Elaboración propia basada en Taboada, Marisela et al. 1993. Manual de precipitación del estado de Morelos. Morelos: UAEM. Facultad de ciencias biológicas. BIE, 2003. (<http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/bie.html-ssi>).

Entre 1980 y 2000 la participación de las actividades asociadas al turismo se redujo en 6 %. En este periodo los factores antropogénicos y la modificación del estado del tiempo registran sus mayores tasas. La valoración ambiental costo de viaje y valor hedónico plantea que la modificación de las condiciones ambientales tiene efectos económicos, por lo que la comparación de ambos indicadores y su análisis de regresión<sup>21</sup> apoyan esta hipótesis.

## Conclusión

Cuernavaca es relativamente accesible para descanso o turismo. Este mercado encuentra una combinación de infraestructura deportiva y condiciones ambientales que no es posible en otras ciudades regionales. De hecho las condiciones fisiográficas de la ciudad ofrecen clima menos extremoso.

<sup>21</sup> El análisis de regresión se interesa en la dependencia estadística entre variables, sin embargo este instrumento no es determinístico, sino solamente una aproximación. El estado del tiempo - temperatura y precipitación- y la participación de las actividades asociadas al turismo reflejan una importante correlación estimada la r y R<sup>2</sup> cercanas a 1.

Por lo tanto la modificación del estado del tiempo puede reflejarse en las actividades económicas asociadas al turismo, lo cual es sugerido en los métodos de valoración ambiental costo de viaje y valor hedónico. La concentración de actividades económicas-población genera disturbios que están altamente correlacionados con el desplazamiento del confort térmico local.

En este sentido la correlación de los disturbios y los factores del estado del tiempo incluyen el recubrimiento sólido, la desertificación, la sustitución de áreas agroforestales y la contaminación atmosférica, los cuales están asociados a la modificación de la oscilación de las temperaturas máximas y mínimas extremas, la oscilación térmica y la precipitación media anual.

La evidencia demuestra que la demanda turística de la ciudad ha disminuido, así como los ingresos de las actividades económicas asociadas al turismo. El confort térmico es central para las actividades de descanso o recreativas, por lo que la modificación de este tiene efectos en los indicadores turísticos y consecuentemente en su aportación económica, según el nivel de correlación observado entre ambas variables, el cual tiene una  $r$  y  $R^2$  cercanas a uno.

Los beneficios económicos de las actividades asociadas al turismo equivalen al 60 % del PIB municipal. La concentración de actividades económicas-población refleja costos indirectos en términos de las oportunidades de recreación. Por otro lado los disturbios ambientales también pueden reflejar costos indirectos por el incremento de las tasas de morbilidad o mortalidad asociadas a la contaminación atmosférica.

## 6. Morbilidad - mortalidad de la población urbana

La calidad del aire es fundamental para la vida, sin embargo esta se ve modificada por las actividades humanas que vierten compuestos químicos a la atmósfera. El uso de combustibles fósiles en particular genera el mayor volumen de contaminación, el cual se concentra principalmente en los sistemas urbanos<sup>1</sup> (CEPAL, 2002), (SEI, 2002), (Borroughs, 2003).

La contaminación atmosférica está asociada a problemas de salud pública que incluyen enfermedad o muerte cardiovascular, respiratoria, cáncer pulmonar o infecciones respiratorias en niños y ancianos<sup>2</sup> (OMS, 2002), (Lenfant, 2003). Alrededor del 5 % de las enfermedades mundiales<sup>3</sup> es ocasionado por la exposición al aire contaminado (PNUMA, 2002), el cual afecta la capa de ozono y con ello favorece a otro tipo de enfermedades como cáncer de piel, cataratas y deficiencias inmunitarias.

En el tercer mundo la contaminación atmosférica es producto de la deforestación, la rápida urbanización<sup>4</sup>, el crecimiento demográfico, la industrialización y el incremento de uso de automóviles (PNUMA, 2001). En México predomina el consumo de combustibles fósiles, los procesos industriales y el cambio de usos del suelo –cuadro 38-, mientras que los mayores contaminantes registrados en el 2000 fueron el monóxido y el bióxido de carbono –grafica 60-.

---

<sup>1</sup> Debido a que estas concentran las actividades industriales, el parque vehicular así como una urbanización no planificada.

<sup>2</sup> La contaminación de la atmósfera provoca alrededor del 5% del cáncer de traquea, bronquios y pulmones, 2% mortalidad cardiorespiratoria y 1% infecciones respiratorias mortales globalmente. Esto significa 0.8 millones (1.4%) de muertes de las cuales 7.9 millones (0.8%) son diariamente y ocurren predominantemente en los países subdesarrollados.

<sup>3</sup> Alrededor de 1.9 millones de personas mueren anualmente como consecuencia de haber estado expuestas a altas concentraciones de partículas en suspensión (SPM) en locales cerrados y 500000 mueren anualmente debido a la concentración de SPM y SO<sub>2</sub> en el aire libre.

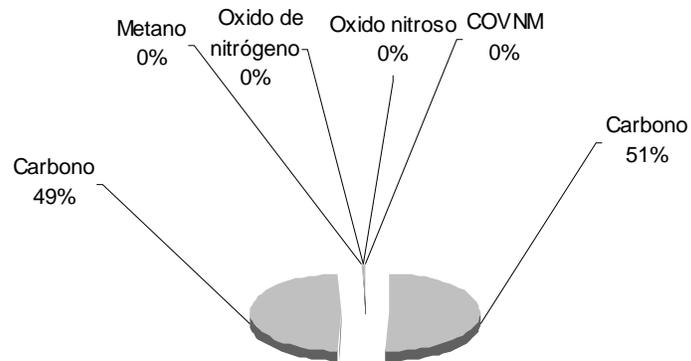
<sup>4</sup> En los países subdesarrollados los principales factores de la contaminación atmosférica son los patrones de ocupación del suelo de las aglomeraciones urbanas (CEPAL, 2002).

Cuadro 38. Volumen de contaminación atmosférica por elemento en México.

	Carbono	Carbono	Metano	Oxido nitroso	Oxido de nitrógeno	Carbono	COVNM
<b>Consumo de combustibles</b>	311800.0	297010.6	41.7	3.9	962.7	8725.4	800.7
<b>Emisiones fugitivas de combustibles</b>	*	*	1039.5	*	*	*	*
<b>Procesos industriales</b>	11621.0	11621.0	*	*	*	*	*
<b>Agricultura</b>	*	*	1793.2	5.8	11.0	195.1	*
<b>Cambio de uso de suelo y silvicultura</b>	135857.3	135857.3	241.0	2.0	39.0	2112.0	*
<b>Desechos</b>	*	*	526	*	*	*	*
<b>Total nacional de emisiones y captura</b>	<b>459278.3</b>	<b>444488.9</b>	<b>3641.6</b>	<b>11.7</b>	<b>1012.8</b>	<b>11032.5</b>	<b>800.7</b>

Fuente: Semarnap, Instituto de Ecología, 1999.

Gráfica 60. Volumen de contaminación atmosférica por elemento.



Fuente: Semarnap, Instituto de Ecología, 1999.

### Contaminación atmosférica en Cuernavaca

Los problemas de salud pública son multifactoriales, sin embargo la contaminación atmosférica es un factor relevante cuando su concentración de elementos orgánicos e inorgánicos es alta. En México se monitorean solamente elementos clásicos, los cuales incluyen plomo, carbono, dióxido de nitrógeno, partículas de suspensión, dióxido de azufre y ozono troposférico (OMS, 2000)<sup>5</sup> (De la Luz, 2000).

<sup>5</sup> La lista de elementos monitoreados en algunos países desarrollados incluyen contaminantes orgánicos (Acrylonitrile, Benzene, Butadiene, Carbon disulfide, Carbon monoxide, Dichloroethane, Dichloromethane, Formaldehyde, Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), Polychlorinated biphenyls (PCBs), Polychlorinated dibenzodioxins and dibenzofurans, Styrene, Tetrachloroethylene,

En Cuernavaca se monitorea ozono, monóxido de carbono, bióxido de azufre y nitrógeno. El registro es irregular y solamente se dispone de cuatro equipos que se distribuyen en las avenidas Plan de Ayala, Buena Vista, Tlahuapan y CIVAC<sup>6</sup>, cuyos datos más consistentes se recogieron entre 1996 y 2000 -cuadro 39-.

Cuadro 39. Concentración y frecuencia de contaminantes en Cuernavaca.

<b>Contaminante</b>	<b>Aceptable</b>	<b>Registrada</b>
Ozono	0.11 ppm 1 hora (216 mg/m <sup>3</sup> ) 1 cada 3 años	.05 a .14 ppm 24 veces de 1997 al 2000 12.00-17.00, días festivos, vacaciones
Monóxido de carbono	11 ppm 8 horas (12595 mg/m <sup>3</sup> ) 1 vez al año	.005 a .033 ppm 9 hrs diarios 7.00-11.00, 16.00-21.00
Bióxido de azufre	0.13 ppm 24 horas (341 mg/m <sup>3</sup> ) 1 vez al año	.01 a .30 ppm 8 veces de 1997 al 2000, 792 hrs o 2 veces por año

Elaboración propia basada en Gobierno del Estado de Morelos, UAEM. 2002. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial Sustentable. Desarrollo urbano y obras públicas. 2001. Programa estatal de desarrollo urbano (proedu). 2001- 2006. Diario Oficial de la Federación del 23 de diciembre de 1994.

Según las normas oficiales mexicanas la ciudad se excedió en dos registros, el ozono alcanzó 124 imecas<sup>7</sup> a razón de 160 días/año<sup>8</sup>, mientras que el bióxido de azufre duplicó el valor permitido tres veces al año. Por su otra parte el monóxido de carbono esta dentro de la norma, sin embargo alcanza sus niveles máximos en las horas pico cuando el congestionamiento concentra al mayor porcentaje de vehículos en la calle.

---

Toluene, Trichloroethylene, Vinyl chloride), contaminantes clásicos (Nitrogen dioxide, Ozone and other photochemical oxidants, Particulate matter, Sulfur dioxide), contaminantes en interiores (Environmental tobacco smoke, Man-made vitreous fibres, Radon), contaminantes inorgánicos (Arsenic, Asbestos, Cadmium, Chromium, Fluoride, Hydrogen sulfide, Lead, Manganese, Mercury, Nickel, Platinum, Vanadium).

<sup>6</sup> El monitoreo atmosférico más consistente se efectuó de 1996 al 2000. La oficina que se encarga actualmente del equipo utilizado es SAPAC (sistema de agua potable y alcantarillado), no obstante en este momento no esta en funcionamiento e incluso no se conservan los registros anteriores, los cuales se localizan en tres documentos: el programa de ordenamiento del territorio estatal, el programa de desarrollo urbano y en estudios del CRIM.

<sup>7</sup> .11ppm equivalen a 100 imecas (índice metropolitano de calidad del aire). La máxima concentración en la ciudad en las horas pico fue de .14 ppm.

<sup>8</sup> Esta concentración es menor a la de México y Guadalajara, pero mayor al de Monterrey, Puebla, Toluca y Ciudad Juárez (Gutiérrez, 2000).

## Efectos en la salud

Los efectos en la salud están asociados a los contaminantes atmosféricos en función de la concentración y la frecuencia de exposición.

### Bióxido de azufre

La exposición al bióxido de azufre reduce el volumen expiratorio forzado en un segundo (FEV1), afecta la capacidad ventiladora y agudiza la dificultad respiratoria. Estos procesos están asociados a broncoespamos, bronquitis crónica, traqueitis, así como al incremento de los índices de mortalidad cardiovascular, respiratoria y admisiones hospitalarias por obstrucción pulmonar crónica. Los síntomas se agudizan en exposiciones largas y en concentraciones mayores de  $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$  o las  $0.087 \text{ ppm}^9$  –cuadro 40-.

Cuadro 40. Concentraciones que ocasionan efectos en la salud.

	Concentración		Exposición
Afecta la capacidad respiratoria, broncoespamos, bronquitis crónica y traqueitis, incremento de índices de mortalidad cardiovascular, respiratoria y admisiones hospitalarias por obstrucción pulmonar crónica	$250 \mu\text{g}/\text{m}^3$	(0.087 ppm)	1 hr

Fuente: Martínez Ana e Isabelle Romieu. 1997. Introducción al monitoreo atmosférico. México: ECO GTZ Departamento del Distrito Federal. Hacke Werner. 2002. Recommendations for Stroke Management. European Stroke Initiative.

### Ozono

El ozono se localiza normalmente entre los rangos de  $40\text{--}70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $0.02\text{--}0.035 \text{ ppm}$ ). Las concentraciones de  $120\text{--}140 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $0.06\text{--}0.07 \text{ ppm}$ ) tienen efectos en la salud cuando las exposiciones son mayores de una hora –cuadro 41-.

---

<sup>9</sup> Estos síntomas se agudizan en presencia de partículas suspendidas, lo cual significa niveles anuales por abajo de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y diarios que no exceden los  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Cuadro 41. Concentraciones que ocasionan efectos en la salud.

	<b>Concentración</b>		<b>Exposición</b>
Decremento de la función pulmonar	120–240 µg/m <sup>3</sup>		6 hrs
Ingresos hospitalarios por problemas respiratorios o agudización de ataques de asma, bronquitis, enfisema y enfermedades cardiacas	280–340 µg/m <sup>3</sup>	(0.14–0.17 ppm)	1 hr

Elaboración propia basada en World Health Organization. 2003. Health aspects of air pollution with matter, ozone and nitrogen dioxide. World Health Organization. 1999. Monitoring ambient air quality for health impact assessment. World Health Organization. 2000. Human exposure assessment. Hacke Werner. 2002. Recommendations for Stroke Management. European Stroke Initiative.

Los efectos en salud pueden incrementarse según el volumen de concentración.

- a. El decremento de la función pulmonar<sup>10</sup> se presenta cuando la exposición rebasa 6 horas en concentraciones de 160 µg/m<sup>3</sup> (0.08 ppm) o en lapsos mayores de 2 horas a 240 µg/m<sup>3</sup> (0.12 ppm).
- b. El incremento de ingresos hospitalarios por problemas respiratorios o agudización de ataques de asma, bronquitis, enfisema y enfermedades cardiacas<sup>11</sup> se asocia al aumento de las concentraciones a rangos por arriba de 280 o 300 µg/m (Martínez, 1997) -cuadro 42-.
- c. En concentraciones de 160–400 µg/m<sup>3</sup> (0.08–0.2 ppm) se registran infecciones bacteriales de pulmones, así como inflamación, y alteraciones morfológicas, además del incremento de las funciones de enzimas pulmonares activas en defensas oxidantes y el incremento del contenido de colágeno.
- d. Los cambios permanentes en los pulmones son ocasionadas por la exposición a periodos largos en concentraciones de 240–500 µg/m<sup>3</sup> (0.12–0.25 ppm).

---

<sup>10</sup> La exposición continua a altas concentraciones de ozono puede causar daños permanentes en los pulmones, así como incrementos en los síntomas respiratorios incluyendo irritación de los ojos, nariz y garganta, tos, resequead de garganta, dolor torácico, aumento en la producción de moco, sibilancias, opresión pulmonar, dolor subesternal, lasitud, mal estado general y náusea.

<sup>11</sup> La población más sensible a estos problemas son los niños, ancianos y personas que realizan actividades al aire libre.

Cuadro 42. Incremento de casos con los cambios en las concentraciones de ozono.

Ozono	Aumento de casos	Resultado de salud	
		Cambios en 1 hora (mg/m <sup>3</sup> )	Cambios en 8 horas (mg/m <sup>3</sup> )
Exacerbación de los síntomas entre los niños y adultos sanos o asmáticos, actividad normal	25% aumento	200	100
	50% aumento	400	200
	100% aumento	800	300
Admisiones hospitalarias por condiciones respiratorias	25% aumento	30	25
	50% aumento	60	50
	100% aumento	120	100

Fuente: Martínez Ana e Isabelle Romieu. 1997. Introducción al monitoreo atmosférico. México: ECO GTZ Departamento del Distrito Federal. Hacke Werner. 2002. Recommendations for Stroke Management. European Stroke Initiative.

### Monóxido de carbono

Las concentraciones de monóxido de carbono en el exterior alcanzan rangos entre 0.06 mg/m<sup>3</sup> y 0.14 mg/m<sup>3</sup> (0.05–0.12 ppm), mientras que en los espacios cerrados este volumen se multiplica hasta 60–115 mg/m<sup>3</sup> (53–100 ppm), por lo que la exposición representa mayor riesgo<sup>12</sup>.

El monóxido de carbono se difunde rápidamente en las membranas alveolares y capilares. Alrededor del 80 o 90 % se fija a la hemoglobina, lo cual reduce la capacidad de oxigenación de la sangre y tiene efectos tóxicos en los órganos y funciones que se relacionan con su consumo, los cuales incluyen el cerebro, el corazón y los músculos.

Según las concentraciones de monóxido de carbono y el tiempo de exposición, los efectos negativos en la salud humana pueden ser neurológicos, incluyendo problemas de coordinación, vigilia, capacidad cognoscitiva, arritmias ventriculares y están asociados a mortalidad cardiovascular –cuadro 43- siempre que los lapsos sean mayores de 30 minutos.

<sup>12</sup> Existen registros de la contaminación en el interior de las habitaciones, la cual puede ser del doble de la encontrada en el exterior.

Cuadro 43. Concentraciones que ocasionan efectos en la salud.

<b>Efectos en la salud</b>	<b>Concentración</b>		<b>Exposición</b>
	0.06 mg/m <sup>3</sup> a 0.14 mg/m <sup>3</sup>	(0.05–0.12 ppm)	
	10 mg/m <sup>3</sup>	(10 ppm)	8 horas
	30 mg/m <sup>3</sup>	(25 ppm)	1 hora
Reducción de la capacidad de oxigenación de la sangre, efectos tóxicos en cerebro, corazón y músculos.	60 mg/m <sup>3</sup>	(50 ppm)	30 minutos
Efectos neurológicos, problemas de coordinación, vigilia, capacidad cognoscitiva, arritmias ventriculares y mortalidad cardiovascular	100 mg/m <sup>3</sup>	(90 ppm)	15 minutos
	115 mg/m <sup>3</sup>	(100 ppm)	

Fuente: Martínez Ana e Isabelle Romieu. 1997. Introducción al monitoreo atmosférico. México: ECO GTZ Departamento del Distrito Federal. Hacke Werner. 2002. Recommendations for Stroke Management. European Stroke Initiative.

## **Incidencia de enfermedades**

El incremento de la concentración de contaminantes atmosféricos es un riesgo para la salud de la población, el cual se refleja en dos indicadores, la mortalidad y la morbilidad<sup>13</sup>. Con base en los registros agregados de ambos y el costo por tratamiento se estima el costo total que genera la contaminación atmosférica en Cuernavaca<sup>14</sup>.

## **Mortalidad**

Las enfermedades asociadas a la contaminación atmosférica incluyen isquemias del corazón, cerebrovasculares, bronquitis, enfisema, asma, neumonía y pulmonares obstructivas -cuadro 44-.

<sup>13</sup> Para la cual se agregaron los datos de los ingresos hospitalarios de las instituciones públicas incluyendo IMSS, SSA, ISSSTE. Esta información tiene limitantes en el sentido de que solamente el sector derechohabiente está registrado, además de que los reportes de salud incluyen solamente a los hospitales de segundo nivel.

<sup>14</sup> El costo por enfermedad tiene esquemas diferentes, los cuales dependen de la gravedad, si termina en defunción o existe recuperación, si es crónica o temporal. Por otro lado para estimar los costos totales se consideran los costos directos e indirectos propuestos en el INSP (instituto nacional de salud pública) y otros estudios sobre salud.

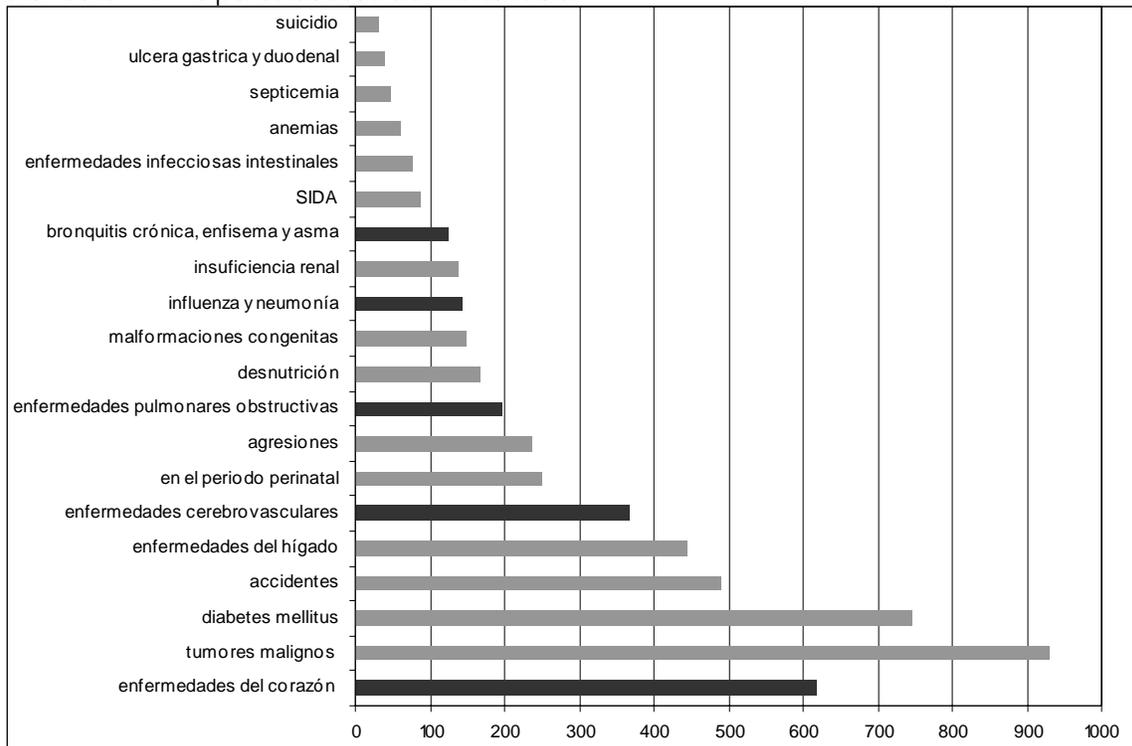
Cuadro 44. Enfermedades asociadas a contaminantes atmosféricos.

Enfermedad isquémica del corazón
Enfermedad cerebrovascular
Enfermedades de las vías respiratorias
Bronquitis
Neumonía
Bronquitis crónica, enfisema y asma
Enfermedades pulmonares obstructivas
Enfermedades del aparato respiratorio

Fuente: INEGI, 2001. Estadísticas vitales del estado de Morelos. Cuadernos 5, 4, 3, 2.

En Cuernavaca la principal causa de muerte son los tumores malignos y la diabetes –gráfica 61-, pero la tercera parte de los casos de mortalidad es ocasionada por enfermedades asociadas a la contaminación atmosférica.

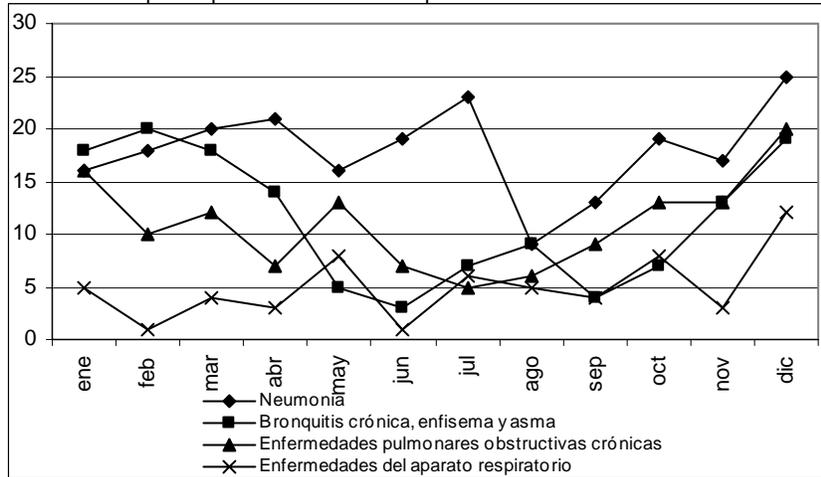
Gráfica 61. Principales causas de mortalidad.



Elaboración propia basada en INEGI, 2001. Estadísticas vitales del estado de Morelos. Cuadernos 5, 4, 3, 2.

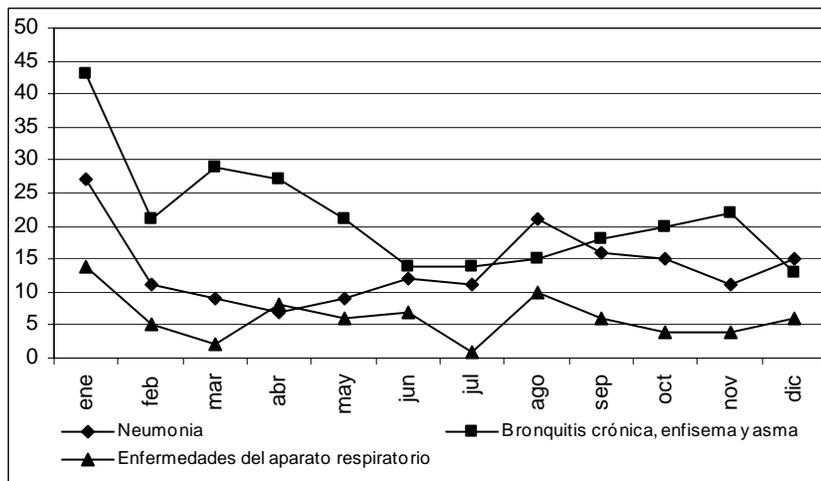
Los factores del clima y la contaminación atmosférica contribuyen a la incidencia de mortalidad por bronquitis crónica, enfisema y asma. En enero y diciembre estas incrementan sus tasas debido a las oscilaciones de las temperaturas máximas y mínimas extremas –gráficas 62, 63, 64, 65-.

Gráfica 62. Mortalidad por tipo enfermedad por mes en 1997.



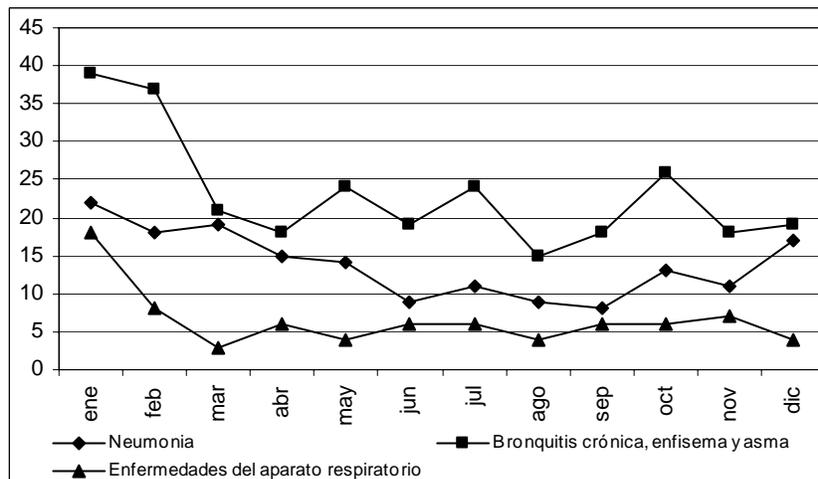
Elaboración propia basada en INEGI, 2001. Estadísticas vitales del estado de Morelos.

Gráfica 63. Mortalidad por tipo enfermedad por mes en 1998.



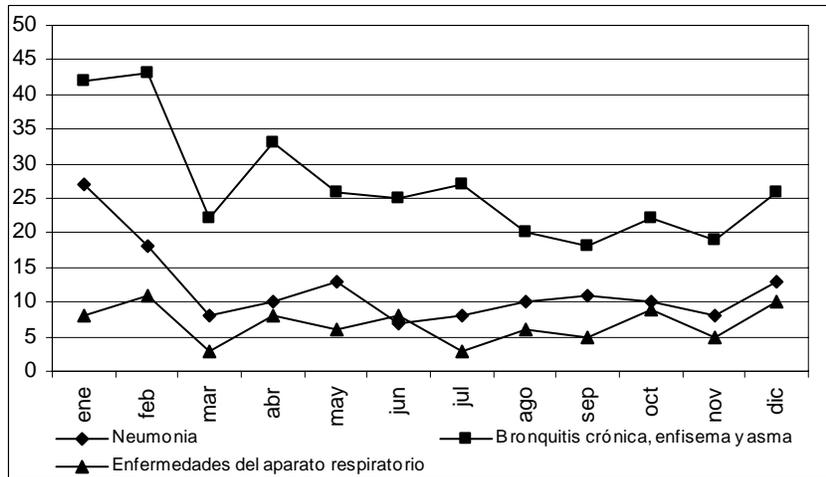
Elaboración propia basada en INEGI, 2001. Estadísticas vitales del estado de Morelos.

Gráfica 64. Mortalidad por tipo de enfermedad por mes en 1999.



Elaboración propia basada en INEGI, 2001. Estadísticas vitales del estado de Morelos.

Gráfica 65. Mortalidad por tipo enfermedad por mes en 2000.

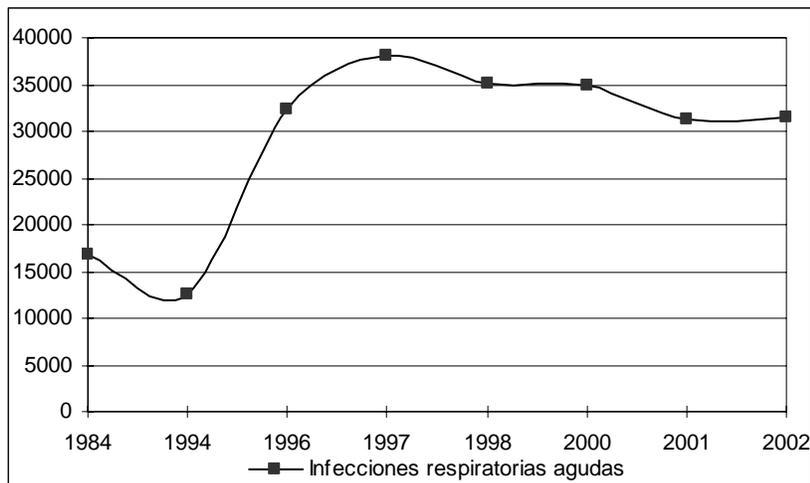


Elaboración propia basada en INEGI, 2001. Estadísticas vitales del estado de Morelos.

### Morbilidad

La contaminación atmosférica también se refleja en la morbilidad. Entre 1980 y 1990 la ciudad registra la mayor concentración de actividades económicas y población. Los registros hospitalarios de este periodo<sup>15</sup> demuestran que las enfermedades respiratorias agudas y las neumonías duplicaron sus casos –gráfica 66, 67- y se mantienen constantes hasta los primeros años del siglo.

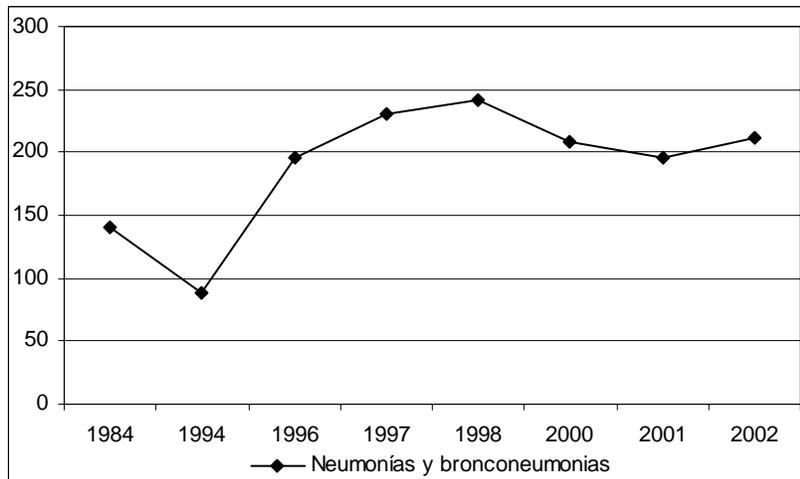
Gráfica 66. Ingresos hospitalarios por infecciones respiratorias agudas.



Elaboración propia basada en Sistema único de información para la vigilancia epidemiológica. 2003. México: Dirección General de Epidemiología/SSA.

<sup>15</sup> El registro nacional del sistema de salud incluye diferentes tipos de centros hospitalarios. Morelos cuenta con tres centros de segundo nivel de atención en Cuernavaca, Cuautla y Zacatepec. En estos se atienden 46.6, 15.48 y 12.97 % del total estatal respectivamente.

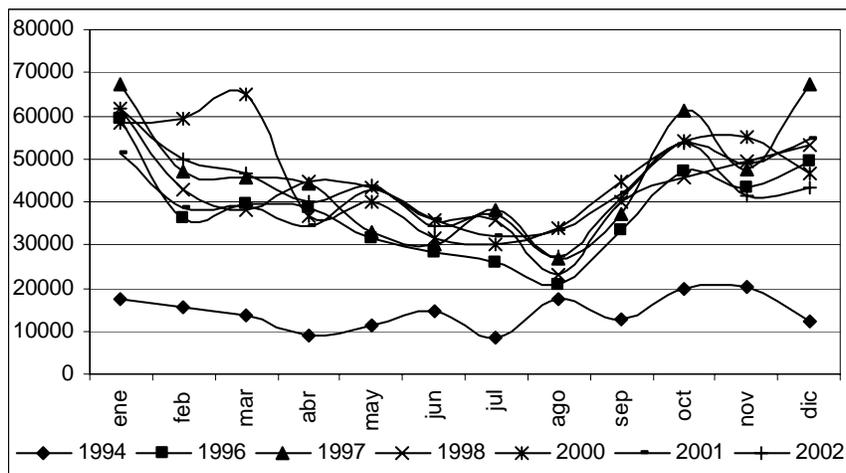
Gráfica 67. Ingresos hospitalarios por neumonías y bronconeumonías.



Elaboración propia basada en Sistema único de información para la vigilancia epidemiológica. 2003. México: Dirección General de Epidemiología/SSA.

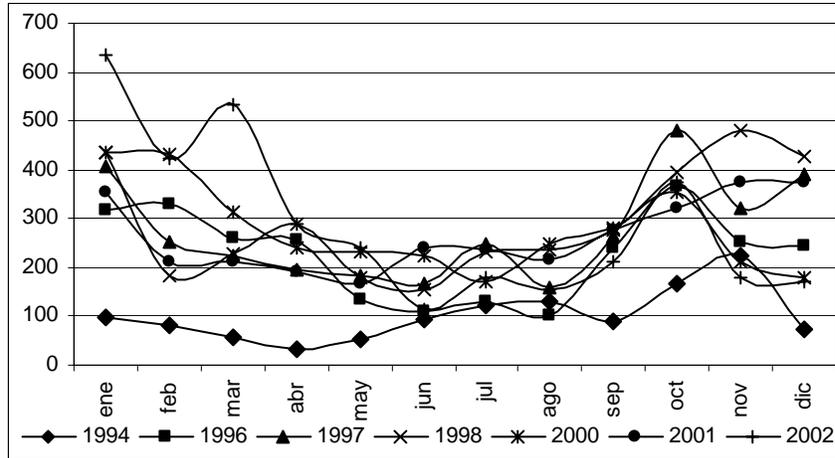
En condiciones normales la morbilidad esta asociada a los meses con el estado del tiempo más extremoso y afecta principalmente a los grupos de edad de niños y adultos mayores. En Cuernavaca la incidencia de enfermedades agudas respiratorias y neumonías es de enero a marzo y de septiembre a diciembre -gráfica 68, 69-, la cual coincide con las vacaciones oficiales cuando la ciudad registra un incremento de la contaminación atmosférica debido al ingreso vehicular.

Gráfica 68. Incidencia de enfermedades agudas respiratorias 1994-2002.



Elaboración propia basada en Sistema único de información para la vigilancia epidemiológica. 2003. México: Dirección General de Epidemiología/SSA.

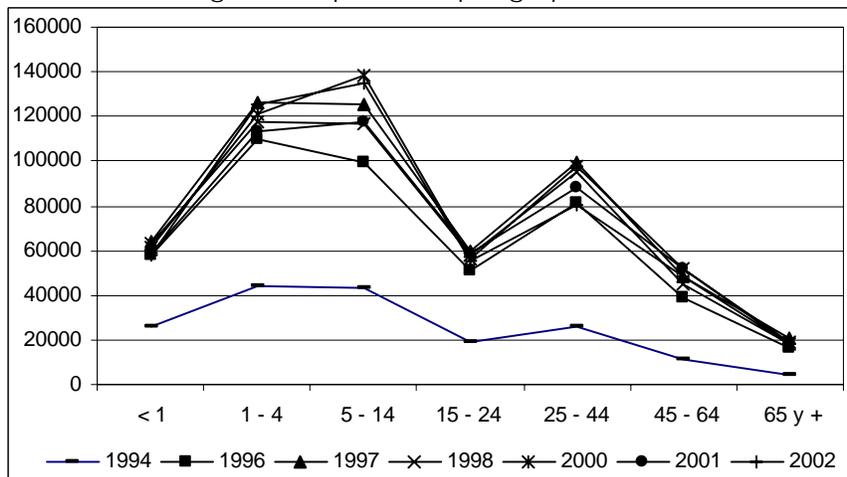
Gráfica 69. Meses de mayor incidencia de neumonías -1998 a 2002-.



Elaboración propia basada en Sistema único de información para la vigilancia epidemiológica. 2003. México: Dirección General de Epidemiología/SSA.

La incidencia de enfermedades es diferente según la edad de la población. Los grupos de 1 a 14 y de 25 a 44 años son más susceptibles a enfermedades agudas respiratorias y asma –gráfica 70, 71-, mientras que los grupos de 1 a 4 y los adultos mayores de 65 años lo son a las neumonías –gráfica 72-. Entre 1986 y 1996 los casos de enfermedades agudas respiratorias y neumonías se duplicaron e incrementan su tendencia progresivamente<sup>16</sup>.

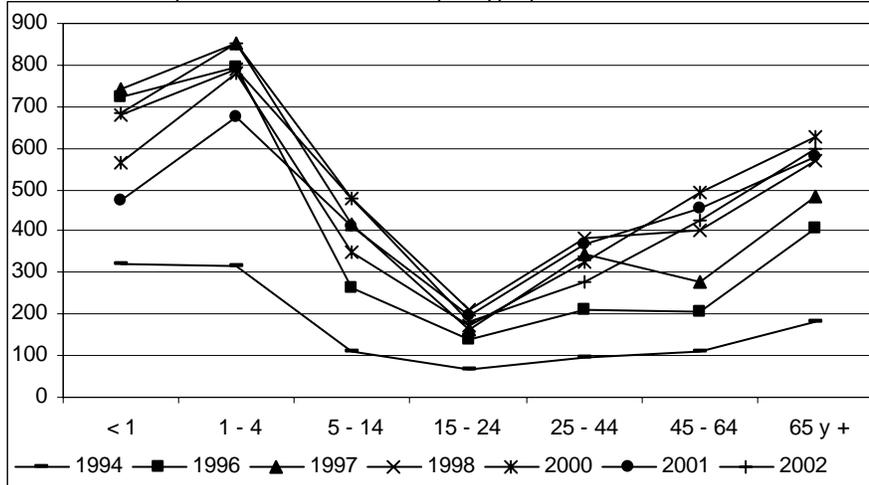
Gráfica 70. Enfermedades agudas respiratorias por grupo de edad -1994 a 2002-.



Elaboración propia basada en Sistema único de información para la vigilancia epidemiológica. 2003. México: Dirección General de Epidemiología/SSA.

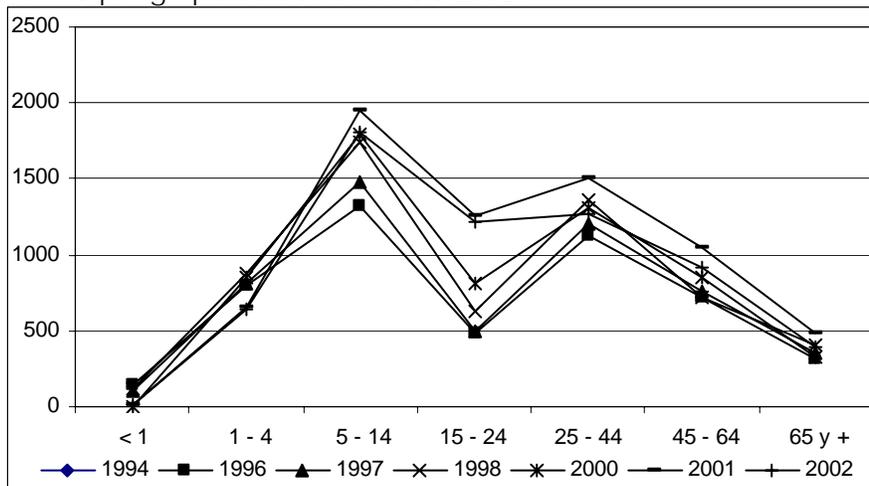
<sup>16</sup> Con base en las tasas de crecimiento urbano, deforestación e incremento del parque vehicular pueden estimarse los niveles de contaminación atmosférica para los siguientes años.

Gráfica 71. Neumonías y bronconeumonías por grupo de edad -1998 a 2002-.



Elaboración propia basada en Sistema único de información para la vigilancia epidemiológica. 2003. México: Dirección General de Epidemiología/SSA.

Gráfica 72. Asma por grupo de edad -1998 a 2002-.



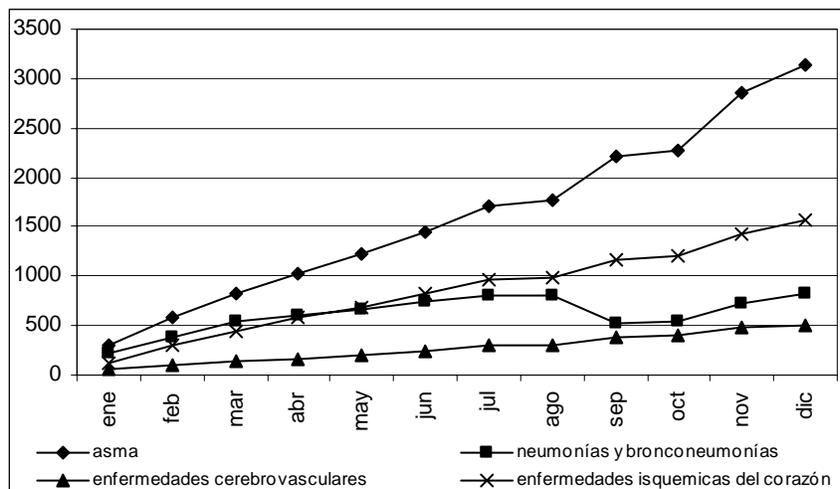
Elaboración propia basada en Sistema único de información para la vigilancia epidemiológica. 2003. México: Dirección General de Epidemiología/SSA.

En el 2000 la mortalidad por enfermedades respiratorias se incrementó para los casos de bronquitis, enfisema y asma, mientras que las neumonías y bronconeumonías descendieron. Los boletines de vigilancia epidemiológica registran mayores ingresos hospitalarios, tratamientos y egresos por bronquitis, enfisema y asma que por neumonías y bronconeumonías<sup>17</sup> (IMSS, 2002).

<sup>17</sup> Para este análisis se consideran solamente los ingresos a las unidades de IMSS, ISSSTE y SSA, los cuales ofrecen servicios a población derechohabiente, por que la información sobre el sector particular no esta disponible.

Las enfermedades isquémicas del corazón en particular son la segunda causa de ingreso hospitalario –gráfica 73- y la tercera de mortalidad asociada a la contaminación atmosférica.

Gráfica 73. Ingresos hospitalarios según tipo de enfermedad en el 2002.



Elaboración propia basada en IMSS, 2002. Boletín semanal de vigilancia epidemiológica. Vol. II. Semanas 1 – 52. ISSTE, 2002. Informe anual de actividades 2002. México y Secretaría de salud, 2002. Salud México 2002. Información para la rendición de cuentas. México.

### Costo de enfermedades

Las enfermedades respiratorias, cerebro vasculares y del corazón tienen tasas “normales” según el grupo de población. Estas se modifican según las condiciones económico-sociales específicas, sin embargo el principal factor global proviene del sistema económico predominante debido a que este requiere del consumo intensivo de combustibles fósiles y genera contaminación atmosférica a una escala e intensidad dañinas para la salud.

Al mismo tiempo las tasas de mortalidad y morbilidad tienen efectos económicos y sociales. Estos pueden describirse con base en el análisis de los ingresos hospitalarios según grupos edad y por los costos de tratamiento.

En Cuernavaca las enfermedades de las vías respiratorias, incluyendo bronquitis, enfisema y asma se incrementaron por arriba de los rangos “normales” de incidencia previstos por la OMS<sup>18</sup>, el cual coincide con los niveles de exposición locales –cuadro 45-, cuyos registros están por arriba de los límites permitidos –cuadro 46-.

En el caso de las enfermedades respiratorias los grupos de edad más afectados incluyen a los niños menores de 4 años y a los adultos mayores de 65 años. No obstante cerca del 50 % del total proviene de la población económicamente activa, por lo que la morbilidad local genera costos por tratamiento y por la ausencia laboral debido a enfermedad con una dimensión social mayor.

Cuadro 45. Incremento de enfermedades asociadas a la contaminación atmosférica por año.

<b>Tipos de enfermedades</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
<b>Isquemia del corazón</b>		1.03	1.13	0.85
<b>Cerebrovascular</b>		0.94	1.03	0.96
<b>Enfermedades de las vías respiratorias</b>		0.92	1.05	1.05
<b>Neumonía</b>		0.74	1.02	0.86
<b>Bronquitis crónica, enfisema y asma</b>		0.96	1.08	1.15
<b>Del aparato respiratorio</b>		1.2	1.09	1.04

Elaboración propia basada en IMSS, 2002. Boletín semanal de vigilancia epidemiológica. Vol. II. Semanas 1 – 52. ISSTE, 2002. Informe anual de actividades 2002. México y Secretaría de salud, 2002. Salud México 2002. Información para la rendición de cuentas. México.

Cuadro 46. Frecuencia y concentración de contaminación en Cuernavaca.

<b>Tipo de contaminante</b>	<b>Frecuencia y concentración</b>	
	<b>Permitidos</b>	<b>Alcanzados</b>
Ozono (O3)	1/3 años .11 ppm	6 /año .11 .14 ppm
Monóxido de carbono (CO)	1/año 11 ppm	9 hrs/día .005 .033 ppm
Bióxido de azufre (SO2)	1/año 0.13 ppm	2 /año .13 .30 ppm

Elaboración propia basada en Gobierno del Estado de Morelos, UAEMor. 2002. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial Sustentable. Desarrollo urbano y obras públicas. 2001. Programa estatal de desarrollo urbano (proedu). 2001- 2006. Oswald, Ursula. 2000. Recursos naturales en el estado de Morelos.

<sup>18</sup> El incremento de la incidencia de enfermedades ocasionadas por la contaminación atmosférica se determinó para grupos de población en ciudades europeas. La OMS propone límites de exposición y tasas de incidencia, en los cuales se encuentra Cuernavaca, sin embargo esto es a nivel de correlación causa y efecto, debido a que no se tienen los suficientes elementos científicos para determinar la causalidad.

## Costos de tratamiento

La población atendida por los servicios de salud pública permite estimar el costo unitario por tratamiento anual, el cual está asociado a la contaminación atmosférica<sup>19</sup>. Este se compone de costos directos, los cuales se derivan de la consulta, el análisis y la compra de medicamentos, así como de los costos indirectos que incluyen el salario perdido por la ausencia laboral de la recuperación, el gasto por transporte y aquel derivado de la compañía familiar - cuadro 47-.

Cuadro 47. Costos directos e indirectos de las enfermedades.

<b>Composición de los costos por tratamiento de enfermedades<sup>20</sup></b>
<b>Costos directos</b>
53% por manejo de la enfermedad en los servicios de salud
5% por el costo directo en las economías domésticas
<b>Costos indirectos</b>
14% por los costos intangibles
28% por el sector productivo

Fuente: Avila-Burgos L, et al. 1996. El costo social de la bronquitis crónica en la Ciudad de México: una experiencia piloto. México: INSP

Los costos por tratamiento de enfermedad son diferentes –cuadro 48-. Las enfermedades cerebrovasculares e isquémicas son las más costosas debido a que un porcentaje elevado de pacientes termina en defunción o en caso contrario sus gastos de recuperación son elevados. Las enfermedades respiratorias agudas incluyendo las pulmonares obstructivas crónicas, neumonía, bronquitis y asma registran esquemas similares de costos directos e indirectos, los cuales son menores y más comunes en la ciudad. El asma y las enfermedades pulmonares obstructivas crónicas en particular resultan muy costosas cuando se presentan en estados severos que requieren mayor atención.

---

<sup>19</sup> En este caso la regresión de ambos indicadores demuestra una alta correlación entre morbilidad y concentración de azufre, donde la  $r=.91$  y la  $R^2=.83$ , mientras que para la concentración de ozono registra una  $r=.96$  y  $R^2=.94$ .

<sup>20</sup> Esta estimación es propuesta por el Instituto de Salud Pública (INSP).

Cuadro 48. Costos directos e indirectos por tipo de enfermedad.

<b>Tipo de enfermedad</b>	<b>Costo anual de un paciente<sup>21</sup></b>
<b>Enfermedad isquémica del corazón</b>	
Infarto cardiaco <sup>22</sup>	\$ 133821.68 <sup>23</sup>
<b>Enfermedad cerebrovascular</b>	
Infarto cerebral	\$ 50324.28 <sup>24</sup>
<b>Enfermedades respiratorias agudas</b>	
Enfermedades crónicas pulmonares obstructivas <sup>25</sup>	\$ 121639.38
<b>Neumonía</b>	\$ 83258.92
<b>Bronquitis crónica</b>	\$ 52495.94
<b>Asma<sup>26</sup></b>	
Severo	\$ 145811.94
Común	\$ 55898.56

Elaboración propia basada en Ávila-Burgos L, et al. 1996. El costo social de la bronquitis crónica en la Ciudad de México: una experiencia piloto. Armando Arredondo et al. 1995. Una aproximación al estudio de costos de servicios de salud en México. Hareng, Erin y John Gardner. 2000. The direct and indirect costs of asthma: a comprehensive study. Journal of the American Academy of Allergy, Asthma and Immunology.

### Costos por mortalidad y morbilidad

La mayor concentración de contaminación atmosférica local se registra entre 1998 y 2000, cuando la mortalidad y la morbilidad se incrementaron –cuadro 49, 50-.

Cuadro 49. Casos de mortalidad por año.

	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
<b>Enfermedad isquémica del corazón</b>	190	196	222	190
<b>Enfermedad cerebrovascular</b>	120	113	117	113
<b>Neumonía</b>	67	50	51	44
<b>Bronquitis crónica, enfisema y asma</b>	82	79	86	99
<b>Enfermedades respiratorias agudas</b>	18	22	24	25

Elaboración propia basada en IMSS, 2002. Boletín semanal de vigilancia epidemiológica. Vol. II. Semanas 1 – 52. ISSTE, 2002. Informe anual de actividades 2002. México y Secretaría de salud, 2002. Salud México 2002. Información para la rendición de cuentas. México.

<sup>21</sup> En el caso de los costos por enfermedad estimados en dólares se ajustan según el tipo cambiario al 2004 (11. 38).

<sup>22</sup> Las enfermedades isquémicas del corazón y las cerebrovasculares terminan la mayor parte de las veces en muerte.

<sup>23</sup> En este caso los estudios indican que los costos indirectos equivalen al 24 % del costo total.

<sup>24</sup> El costo directo equivale a \$ 26671.87 en el caso de una recuperación satisfactoria, pero en el caso de muerte equivale a \$ 280943.75.

<sup>25</sup> En este caso el costo varía de acuerdo al grupo de edad afectado, siendo el más costoso para los mayores de 65 años, el cual equivale 3 veces más del anotado en el cuadro.

<sup>26</sup> El estado tiene mas sistematizados los costos por tratamiento de asma debido a que esta enfermedad se ha vuelto un problema social generalizado. Este costo es 20 % mayor que el utilizado en el cuadro.

Cuadro 50. Morbilidad por año.

	1996	1997	1998	2000	2001	2002
<b>Enfermedades respiratorias agudas</b>	21024	250354	236179	255751	233068	239444
<b>Neumonía</b>	1263	1512	1616	1524	1460	1610
<b>Asma</b>	2256	2396	2687	2731	3175	2879

Elaboración propia basada en Sistema único de información para la vigilancia epidemiológica. 2003. México: Dirección General de Epidemiología/SSA.

En el periodo analizado la morbilidad generó más costos que la mortalidad, pero en ambos casos la incidencia de enfermedades se disparó entre 1990 y 2000. En términos de mortalidad las isquemias del corazón y los eventos cerebrovasculares son más frecuentes y más costosos –cuadro 51-, mientras que la morbilidad registra más enfermedades respiratorias agudas y gasto por tratamiento –cuadro 52-.

Cuadro 51. Mortalidad y costos por año (miles de pesos).

<b>Enfermedades</b>	1997	1998	1999	2000
<b>Isquémicas del corazón</b>	25426.11	26229.04	29708.41	25426.11
<b>Cerebrovascular</b>	6038.91	56866.43	5887.94	5686.64
<b>Respiratorias agudas</b>	2189.50	26760.66	2919.34	3040.98
<b>Neumonía</b>	5578.34	4162.94	4246.20	3663.39
<b>Bronquitis crónica, enfisema y asma</b>	11956.57	11519.14	12539.82	14435.38
<b>Total</b>	51189.46	50273.84	55301.73	52252.52

Elaboración propia.

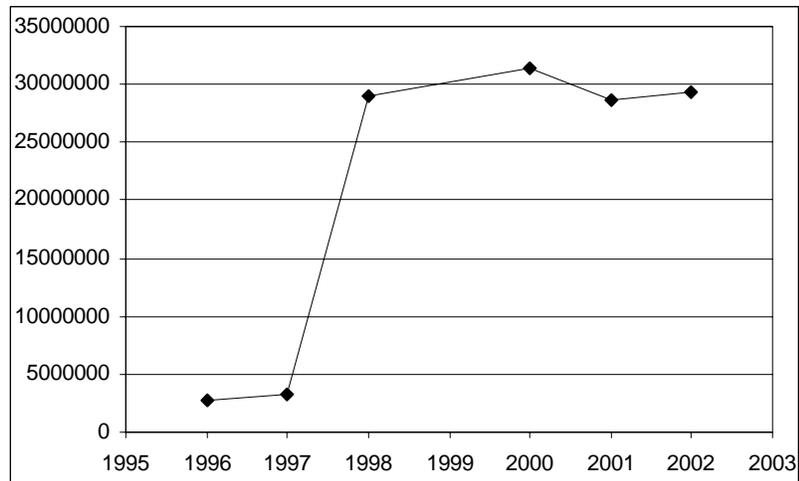
Cuadro 52. Morbilidad y costos por año (miles de pesos).

<b>Enfermedades</b>	1996	1997	1998	2000	2001	2002
<b>Respiratorias agudas</b>	2557346.3	3045905.3	28728667.1	31109393.0	28350247.0	29125819.7
<b>Neumonía</b>	105156.0	125887.4	134546.4	126886.5	121558.0	134046.8
<b>Asma</b>	126107.1	133932.9	150199.4	152658.9	177477.9	160931.9
<b>Total</b>	2788609.4	3305725.7	29013412.9	31388938.6	28649282.9	29420798.5

Elaboración propia

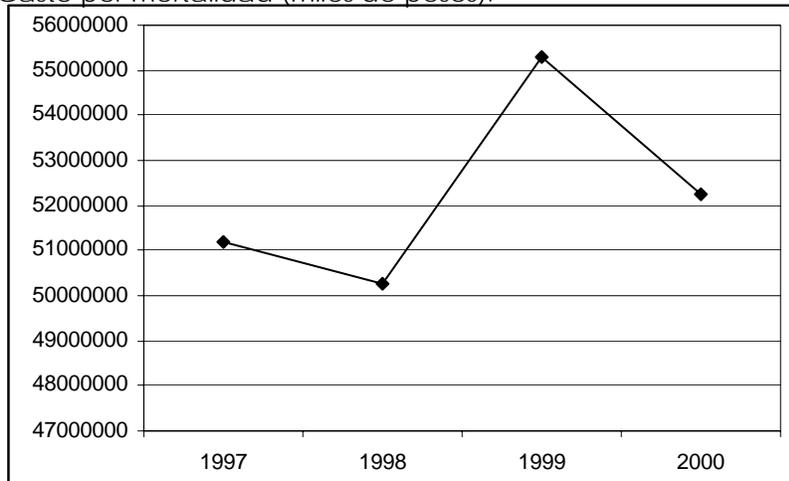
En 1986 el costo por tratamiento de la morbilidad y la mortalidad fue menor de 20 mil millones de pesos, sin embargo este se incrementó en un 30 % después de 1997 –gráfica 74, 75-. En los años siguientes la ciudad combina tres factores que afectan directa o indirectamente la salud de la población, la deforestación, la ocupación del suelo, el crecimiento de la población y el parque vehicular.

Gráfica 74. Gasto por morbilidad (miles de pesos).



Elaboración propia.

Gráfica 75. Gasto por mortalidad (miles de pesos).



Elaboración propia.

## Conclusión

La salud pública se modifica según las condiciones económico-sociales específicas. El sistema económico predominante modifica los procesos atmosféricos normales debido al consumo intensivo de combustibles fósiles, así como a la deforestación, la urbanización, el crecimiento demográfico, la industrialización y el uso de automóviles.

La contaminación atmosférica está asociada a las enfermedades respiratorias, cerebro y cardiovasculares, las cuales registran tasas "normales" para grupos específicos de edad. Estas se ven modificadas por la frecuencia de exposición a componentes atmosféricos orgánicos e inorgánicos.

Según las normas oficiales mexicanas Cuernavaca excedió los registros de ozono y bióxido de azufre entre 1996 y 2000. Además la ciudad alcanza altas concentraciones de monóxido de carbono en los periodos de mayor circulación vehicular. Estos componentes atmosféricos se asocian a los ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias, cerebro y cardiovasculares.

La mortalidad y la morbilidad local registran un incremento significativo a partir de 1996. En esta década la ciudad alcanzó la mayor concentración de actividades económicas-población, la cual esta asociada a los índices de contaminación. Las enfermedades respiratorias, cerebro y cardiovasculares y la contaminación atmosférica demuestran una alta correlación<sup>27</sup>. Este grupo de enfermedades son la primera causa de morbilidad y la tercera de mortalidad local, las cuales tienen efectos económicos y sociales, los cuales pueden describirse con base en el análisis de los ingresos hospitalarios según grupos edad y por los costos de tratamiento.

El 50 % de la población económicamente activa es afectada por las enfermedades respiratorias, por lo que estas generan costos por tratamiento y por la ausencia laboral, es decir se componen de costos directos e indirectos, los cuales se incrementan cuando presentan estados severos o si terminan en defunción.

---

<sup>27</sup> La regresión de concentración de ozono-morbilidad y bióxido de azufre-morbilidad demuestra una alta correlación, donde la  $r$  y la  $R^2$  son cercanas a 1.

En el periodo analizado la morbilidad generó más costos que la mortalidad. Las isquemias del corazón y los eventos cerebrovasculares en particular son más frecuentes y más costosos, mientras que las enfermedades respiratorias son la principal causa de la morbilidad local.

La evidencia demuestra que la mayor contaminación atmosférica se registra en la más dinámica concentración de actividades económicas-población. Al mismo tiempo existe una alta correlación entre los componentes atmosféricos y la morbilidad. Por lo tanto se pueden estimar los costos en la salud pública derivados de los patrones de ocupación del suelo para las siguientes décadas y que en el 2000 fueron tres veces más grandes a la producción de las actividades asociadas al turismo.

## **7. Políticas territoriales**

En Cuernavaca los usos del suelo rentables materializan la reestructuración urbana y la ocupación de áreas sin urbanizar. Las políticas territoriales dan consistencia a la organización del suelo comercial-habitacional, aun cuando esta no tiene asegurada su viabilidad económica y social debido a la escala e intensidad de las deseconomías de aglomeración.

En este contexto la falta de políticas de conservación se hace evidente, por lo que es posible estimar sus ventajas y desventajas económicas ante las políticas convencionales. En un escenario ex ante las desventajas económicas de la conservación implican la reducción de los beneficios económicos de la ocupación del suelo convencional, mientras que sus ventajas económicas pueden estimarse directa e indirectamente en función de los beneficios por servicios ambientales, las oportunidades de recreación – estéticos y la morbilidad-mortalidad de la población urbana.

Las políticas de conservación tienen beneficios netos, los cuales provienen principalmente de la prevención y mitigación de las deseconomías de aglomeración que incluyen la falta de disponibilidad de agua, la contaminación atmosférica y la modificación del estado del tiempo asociados al funcionamiento económico y social de la ciudad.

En este capítulo se analizan las políticas territoriales vigentes y los beneficios netos de las políticas de conservación estimados ex ante. Con base en esto se replantean las políticas territoriales locales para prevenir y mitigar la escala e intensidad de las deseconomías de aglomeración y los disturbios ambientales que amenazan la viabilidad económica y social de la ciudad.

## Marco normativo

En México las políticas territoriales competen a un marco normativo nacional y estatal<sup>1</sup>, el cual incluye al programa nacional de desarrollo urbano y ordenación del territorio (PNDUOT), así como los programas de desarrollo urbano estatales y de centro de población (PDUCP).

Para estos instrumentos son complementarias la organización territorial más rentable y las políticas de conservación. En este sentido el PNDUOT propone “crear condiciones para un desarrollo sustentable” y al mismo tiempo “promover el desarrollo económico regional equilibrado, elevar y extender la competitividad del país<sup>2</sup>” (SEDESOL, 2001). Por su parte el PDUCP propone “orientar el crecimiento urbano hacia las zonas aptas, conservando las áreas de naturales” e “impulsar el desarrollo económico aprovechando racionalmente el agua y los recursos bajo esquemas de sustentabilidad y armonía con el ambiente” (Gobierno del estado de Morelos, 2000). La evidencia demuestra que en ninguno de estos casos los objetivos se han cumplido, por el contrario estas políticas han llevado a los efectos negativos económico y sociales más intensos registrados en el sistema urbano nacional.

---

<sup>1</sup> Aunque en estricto orden los programas urbanos mencionan la constitución, la ley General de Asentamientos Humanos, la ley General de Planeación, la ley Agraria y estatalmente se incluyen a la constitución, la ley de desarrollo urbano, la ley del equilibrio ecológico.

<sup>2</sup> Los objetivos del PNDUOT se proponen en tres áreas:

1. Desarrollo Social y Humano: Mejorar los niveles de educación y del bienestar de los mexicanos, Acrecentar la equidad y la igualdad de oportunidades, Fortalecer la cohesión y el capital social. Lograr un desarrollo social y humano en armonía con la naturaleza.
2. Crecimiento con Calidad: Conducir responsablemente la marcha económica del país, Elevar y extender la competitividad del país, Promover el desarrollo económico regional equilibrado, Crear condiciones para un desarrollo sustentable.
3. Orden y Respeto: Defender la independencia, soberanía e integridad territorial nacionales, Construir una relación de colaboración responsable, equilibrada y productiva entre los poderes de la Unión y avanzar hacia un auténtico federalismo, Fomentar la capacidad del Estado para conducir y regular los fenómenos que afectan a la población en cuanto a su tamaño, dinámica, estructura y distribución territorial.

El sistema urbano participa en el deterioro ambiental global. El medio urbano ocasiona uno de los mayores índices de disturbio ambiental debido a sus características físicas y a su concentración de actividades económicas-población. Ante esta evidencia el PNUMA y HABITAT proponen políticas urbano ambientales o de conservación en cuatro sentidos, el reconocimiento de la dependencia del sistema urbano en términos de servicios ambientales y energía, la conservación del patrimonio histórico-ambiental, la planeación participativa y la modificación de las condiciones de vida de la población<sup>3</sup>.

Las políticas territoriales nacionales insisten en la concentración urbana *ad infinitum*. En estas prevalece el impulso de la competitividad con base en la intensidad de uso del suelo, la extracción de los recursos y la reasignación de usos agroforestales a la reserva de crecimiento urbano. En Cuernavaca las políticas territoriales promueven patrones de ocupación del suelo de este tipo, los cuales incluyen:

- a. La designación de reservas para el crecimiento urbano equivalentes a 2617.04 ha, las cuales se distribuyen 26% en área intraurbana y 74 % en la frontera agroforestal –cuadro 53-.

Cuadro 53. Área reservada para el crecimiento urbano.

<b>Localización</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Tenencia de la tierra</b>	<b>Plazo de ocupación</b>
Área intraurbana	693.008	Comunal, Ejidal, Privada	Inmediato y corto
norte de la ciudad	193.98	Comunal	Mediano
Limite noreste de la ciudad	389.092	Comunal	Mediano
Limite noroeste de la ciudad	84.32	Ejidal, Privada	Corto y mediano
Limite oeste de la ciudad	1949.65	Comunal	Corto, mediano y largo

Elaboración propia basada en Gobierno del estado de Morelos. 2001. Programa de desarrollo urbano de centro de población.

<sup>3</sup> En diferentes estudios se previene que el estudio urbano ambiental no es complementario y estos aspectos son solamente algunos de los más importantes.

- b. La consolidación urbana se propone en las zonas agrícolas más fértiles<sup>4</sup>, así como en el corredor biológico Chichinautzin<sup>5</sup>, es decir en las áreas agroforestales municipales -cuadro 54-.

Cuadro 54. Tendencias reales del crecimiento urbano y políticas.

Delegación	Tipo de área	Tendencia		Política	
		Área (%)	Uso real	Área (%)	Uso propuesto
Emiliano Zapata <sup>6</sup>	Forestal	41	Residencial y medio	7	Consolidación
Plutarco Elías Calles	Forestal	26	Residencial y medio	3	Consolidación
Mariano Matamoros	Agroforestal	.1	Medio	75	Medio
Lázaro Cárdenas	Agrícola	2	Medio y baja		
Vicente Guerrero	Agrícola	30	Media y baja		
Antonio Barona	Agrícola selva	1	Residencial y baja	15	Medio

Elaboración propia basada en Gobierno del estado de Morelos. 2001. Programa de desarrollo urbano de centro de población. Ortofotos digitales: E14A59B - E14A59A.

- c. La conservación ambiental no dispone explícitamente de alguna área. Según el PDUCP esta función y sus posibles servicios ambientales pueden llevarse a cabo en el equipamiento deportivo y recreativo, sin embargo estos no alcanzan más de 1.5 m<sup>2</sup> por persona en la ciudad, lo cual es casi tres veces menor de lo recomendado por naciones unidas.

Por lo tanto la dependencia ambiental del sistema urbano no es central en las políticas nacionales, así como tampoco los demás factores propuestos por PNUMA y HABITAT<sup>7</sup>. Incluso solamente 7 estados han renovado su PDUCP después del 2000, mientras que los restantes tienen un atraso entre 5 y 11 años.

### **Beneficios netos**

<sup>4</sup> Lo cual está referido en diferentes documentos oficiales.

<sup>5</sup> En esta zona el principal agente económico que impulsa la ocupación del suelo son los desarrollos inmobiliarios para usos residenciales y de densidad media. En este sentido el estado subsidia al mercado inmobiliario con políticas que reservan el crecimiento de usos de densidad media en áreas de protección ambiental.

<sup>6</sup> De hecho la parte agroforestal de esta delegación colinda con la zona de protección Chichinautzin.

<sup>7</sup> En términos de participación pública, menos del 1 % de la población de la Zona Metropolitana de Cuernavaca participó en la formación del PDUCP.

Los usos del suelo más rentables condicionan la reestructuración urbana y la ocupación de áreas sin urbanizar. El análisis ex ante de las políticas de conservación implica asumir un escenario donde la organización del suelo convencional no se lleva a cabo y en cuyo caso se pierden beneficios económicos, pero se obtienen otros directa e indirectamente por la provisión de servicios ambientales, las oportunidades de recreación – estéticos y la morbilidad-mortalidad de la población urbana.

Por lo tanto las políticas de conservación pueden considerarse una opción económica si la comparación de sus beneficios netos (NB)<sup>8</sup> con los de los usos más rentables en la ciudad (NA) son mayores que 0, cumpliendo la ecuación:

$$1. (NB) - (NA) > 0.$$

### **Beneficios de la conservación**

Los beneficios de las políticas de conservación tienen un valor económico total<sup>9</sup> (VET) que se estima con base en:

$$2. VET = \text{Valor de uso} + \text{Valor de opción} + \text{valor de no uso (IUCN, 1998)}.$$

Donde el valor de uso se divide en usos directos e indirectos, el valor de opción refleja la preferencia de conservación de un sitio sin ningún tipo de aprovechamiento en específico y el valor de no uso se refiere al valor de existencia<sup>10</sup>.

---

<sup>8</sup> Aun cuando los servicios ambientales son producidos sin ningún trabajo humano tienen costos, los cuales son considerados costos de oportunidad que reflejan los beneficios netos perdidos por el riesgo de las fuentes de no proveerlos más.

<sup>9</sup> Este dato refleja el deseo total a pagar (TWP).

<sup>10</sup> Debido a que el valor de opción y el valor de no uso se utilizan principalmente en áreas naturales protegidas o en parques, en la estimación del valor económico total de las áreas libres de urbanización en Cuernavaca no se consideran estos atributos. Entonces el VET se estima solamente con el valor de uso directo e indirecto.

En el caso de Cuernavaca el valor económico total de las políticas de conservación se ajustan a,

3. VET = valor de uso directo + valor de uso indirecto

El valor de uso directo es el aprovechamiento de los servicios ambientales y el valor de uso indirecto se refiere a las oportunidades de recreación-estéticas y la morbilidad-mortalidad de la población urbana<sup>11</sup> –cuadro 55-.

Cuadro 55. Beneficios de conservar el área libre de urbanización (miles de pesos).

<b>Valor de uso directo</b>			
<b>Servicios ambientales</b>	<b>1980</b>	<b>1990</b>	<b>2000</b>
<b>a. Volumen de infiltración vertical de agua por unidad de área sustituida</b>			
Urbanización	13,917.65	13,132.93	19,455.85
<b>b. Volumen de captura de carbono por unidad de área sustituida según tipo de vegetación</b>			
Agricultura	3,978.09	33,211.84	3,363.93
Bosque	8,725.16	7,079.97	10,488.69
Área libre de urbanización con o sin vegetación	2,659.78	2,833.72	4,527.31
<b>Valor de uso indirecto</b>			
<b>Funciones recreativas</b>			
<b>c. Aportación económica del turismo resultado de la modificación del estado del tiempo</b>	76,046.93	83,747.88	110,880.35
<b>Salud humana<sup>12</sup></b>			
<b>d. Mortalidad por enfermedades asociadas a la contaminación atmosférica</b>			
Isquemia del corazón	10,036.62	25,426.11	25,426.11
Cerebrovasculares	1,962.64	6,038.91	5,686.64
Respiratorias agudas	738.15	2,189.5	3,040.98
Neumonía	2,434.49	5,578.34	3,663.39
Bronquitis crónica, enfisema y asma	1,417.39	4,304.66	14,435.38
<b>e. Morbilidad por enfermedades asociadas a la contaminación atmosférica</b>			
Bronquitis	92,655.33	1,103,674.64	13,425,889.15
Neumonía	60,862.27	125,887.48	126,886.59
Asma	5,757.55	349,365.4	398,212.4
<b>Valor económico total</b>	<b>251,911.37</b>	<b>1,706,212.92</b>	<b>14,114,120.99</b>

Elaboración propia.

<sup>11</sup> Debido a que el valor de no uso se refiere al valor que las personas le dan a una cualidad ambiental, en algunas ocasiones las funciones recreativas y de salud humana se clasifican en este rubro.

<sup>12</sup> Los datos de salud disponibles en los registros nacionales son de 1984, 1994 y partir de este año son registros continuos.

En términos generales el VET se incrementó 60 % en el periodo de análisis<sup>13</sup>, sin embargo las variables de salud en particular equivalen a poco más del 90 % del total y provienen principalmente de la morbilidad por enfermedades agudas respiratorias que afecta a la PEA local. .

### **Beneficios de las políticas territoriales convencionales**

Las políticas territoriales promueven la ocupación del suelo comercial y habitacional, la cual genera tres cuartas partes de la urbanización y aporta 60 % del PIB municipal incluyendo los sectores secundario y terciario –cuadro 56-.

Cuadro 56. Beneficios económicos de usos comerciales y habitacionales (miles de pesos).

<b>Edificación</b>	<b>1980</b>	<b>1990</b>	<b>2000</b>
Residencial	28,374	338,672	547,204
No residencial inmuebles comerciales, institucionales y de servicios	9,458	116,904	210,301
<b>Servicios asociados a la edificación</b>			
Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	1,904	148,706	1,551,296
Obras de ingeniería civil y vías de comunicación			481,159
<b>Industrias manufactureras</b>			
Industria de las bebidas y del tabaco	27,146	725,521	1,036,863
<b>Comercio al por mayor y al por menor</b>			
Comercio de alimentos bebidas y tabaco	129,518	220,293	370,416
Comercio de alimentos bebidas y tabaco.		231,402	416,506
Comercio de vehículos, refacciones y lubricantes		567,038	1,055,780
Comercio tiendas de autoservicio y departamentales		621,210	665,979
<b>Actividades asociadas al turismo</b>			
Transporte terrestre de pasajeros, excepto por ferrocarril	46,794	51,588	187,025
Transporte turístico			37,614
Servicios relacionados con el transporte			12,909
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	38,406	202,090	190,151
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	35,655	147,001	134,482
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	20,666	629,632	1,158,266
<b>Beneficios económicos totales</b>	<b>337,921</b>	<b>4,000,057</b>	<b>8,055,951</b>

Elaboración propia basada en INEGI. 1999. Censos económicos. INEGI. 1999. Censos económicos. INEGI. 2005. Imágenes económicas del estado de Morelos. Banco de Información Económica, 2003.

<sup>13</sup> Para estimar el valor económico total de los beneficios de 1980 y 1990 se dispone de información sobre la ocupación de uso del suelo, las aportaciones económicas de las actividades asociadas al turismo y de las enfermedades.

## Valor presente

La ocupación del suelo predominante tiene beneficios económicos, así como costos directos e indirectos. La conservación puede considerarse una opción económica si sus beneficios son mayores<sup>14</sup>. Por lo tanto es necesario estimar sus beneficios netos en términos actuales o del valor presente neto, así como su elasticidad en periodos subsecuentes. La ecuación para estimar el valor presente de los beneficios netos obtenidos en un periodo de tiempo es la siguiente:

$$4. VP (B_0, \dots, B_n) = \sum B / (1 + r)^n$$

Donde  $B_0$  son los beneficios netos recibidos inmediatamente,  $r$  es la tasa de interés apropiada y  $n$  el número de años computados, sin embargo para incorporar la elasticidad de los beneficios netos en periodos posteriores la ecuación se convierte en:

$$5. VPN = \sum B / (1 + r - g) - \sum C / (1 + r)$$

En esta ecuación  $B$  son los beneficios en el periodo inicial,  $g$  la tasa de crecimiento de los beneficios y  $r$  la tasa de descuento<sup>15</sup> (IIED, 2003), (UNEP, 2001). Con base en estas estimaciones se pueden inferir algunas ventajas y desventajas de las políticas territoriales.

- En Cuernavaca predomina la ocupación del suelo comercial-habitacional. Este patrón registró beneficios netos positivos en 1980 y 1990 –cuadro 57-. Según el ACB esta condición es suficiente para ser una política territorial recomendable.

---

<sup>14</sup> Cuando estos derivan del análisis de los usos del suelo en particular pueden explicarse como “beneficios por hectárea”, sin embargo este se conoce comúnmente como valor neto anual (VNA) o valor presente neto (VPN), el cual se maneja en áreas protegidas principalmente (IIED, 2003).

<sup>15</sup> Los criterios para estimar la tasa de descuento en aspectos ambientales son diferentes y a pesar de que existen distintos argumentos el consenso al menos para los estudios en América del norte va del 3 al .05 % dependiendo de los horizontes de tiempo estimados (Newell, 2000).

- En el 2000 la ciudad conservó el mismo patrón de ocupación del suelo, sin embargo este registró beneficios netos negativos, los cuales provienen de la escala e intensidad de las deseconomías de aglomeración y los disturbios ambientales. La evidencia demuestra que las políticas de conservación son más recomendables.
- Para las siguientes dos décadas los beneficios netos negativos se incrementaran alrededor del 100 %. En este escenario la viabilidad de los usos comercial-habitacional no está asegurada.

Cuadro 57. Beneficios netos de la conservación y tendencias (miles de pesos).

	<b>1980</b>	<b>1990</b>	<b>2000</b>	<b>2010</b>	<b>2020</b>
<b>Beneficios</b>	251,911.37	1,706,212.92	14,114,120.99	21,328,315.16	27,785,460.80
<b>Costos</b>	337,921	4,000,057	8,055,951	12,000,000	15,632,999
<b>Beneficios netos</b>	-86,009.63	-2,293,844.08	6,058,169.99	9,328,315.16	12,152,461.80
<b>G = .01</b>					
<b>R = .05</b>					
<b>Valor presente</b>	-81,913.93	-1,408,221.28	2,286,101.88		
<b>Valor presente neto</b>			795,966.66	-2,559,037.62	-3,203,511.05

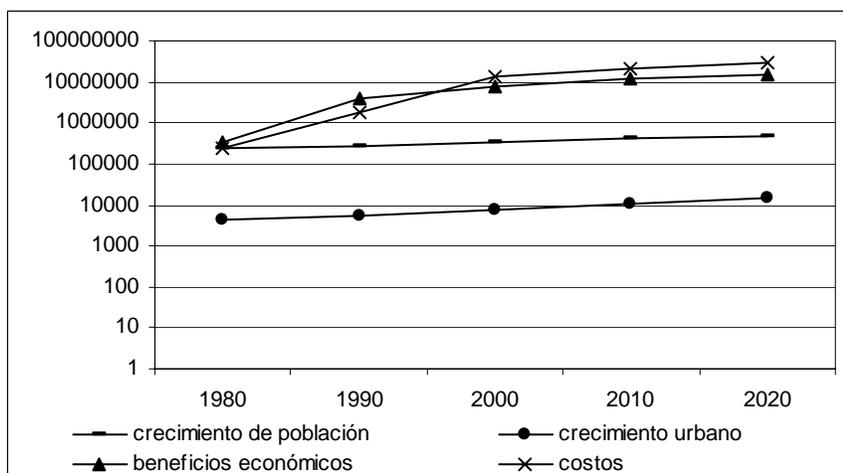
Elaboración propia.

### **Tendencias de la ocupación del suelo**

En Cuernavaca el mercado de descanso o turístico esta asociado a las condiciones ambientales locales y a la relativa accesibilidad de la ciudad. Las actividades económicas asociadas al turismo materializan la ocupación territorial, que incluye los usos comercial-habitacional.

Con base en las políticas territoriales actuales la concentración urbana se estima en 487,736 habitantes y 15,190 ha para el 2020. Mientras que las actividades asociadas al turismo incrementaran su producción económica a aproximadamente \$15,632,999.00 –gráfica 76-.

Gráfica 76. Población-crecimiento urbano y beneficios económicos para el 2020.



Elaboración propia basada en Censos de población y vivienda V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII. Gobierno del estado de Morelos. 2001. Programa de desarrollo urbano de centro de población. INEGI. 1999. Censos económicos. INEGI. 2005. Imágenes económicas del estado de Morelos. Banco de Información Económica, 2003.

En este escenario la concentración de población-actividad económica incrementará las deseconomías de aglomeración y los disturbios ambientales. Según las proyecciones estos generaran dos veces más costos, lo cual se traducirá en beneficios netos perdidos, es decir la ocupación del suelo predominante no tendrá la misma viabilidad económica y social.

## Políticas urbanas

Las políticas urbanas escalan la ocupación del suelo con deseconomías de aglomeración. Estos costos no aseguran la viabilidad económica y social de la ciudad. Según el ACB las políticas de conservación generan beneficios netos positivos por lo que estas se consideran recomendables para la organización territorial local.

Las políticas de conservación intervienen a distintas escalas y pueden utilizar mecanismos complementarios<sup>16</sup>. En este caso se agrupan en tres niveles.

### **Políticas estatales vigentes**

La organización del suelo es competencia de los niveles de gobierno federal y estatal –cuadro 58-. En condiciones normales las políticas territoriales deben ser consistentes vertical y horizontalmente, lo cual implica principalmente la identificación de las particularidades locales, la elaboración intersectorial de objetivos, la instrumentación coordinada de estrategias, así como la actualización periódica.

Cuadro 58. Instrumentos de organización territorial.

<b>Federal</b>
Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente
Ley general de asentamientos humanos
Ley agraria
Programa nacional de desarrollo urbano y ordenamiento del territorio
<b>Estatal</b>
Ley de ordenamiento territorial y asentamientos humanos
Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente del estado de Morelos
Programa Estatal de Ordenamiento Territorial Sustentable (en congreso)
<b>Municipal</b>
Programa de desarrollo urbano de centro de población
Reglamento de construcción

Elaboración propia

En Cuernavaca las políticas territoriales se concentran en el programa de desarrollo urbano de centro de población y el reglamento de construcción, los cuales refieren a las leyes de ordenamiento territorial y equilibrio ecológico del estado. No obstante estos registran algunas inconsistencias de diagnóstico e instrumentación.

<sup>16</sup> Para cubrir esta complementariedad son sugeridos en algunos casos instrumentos económicos como impuestos y subsidios (O'Connor, 2001).

- La ley de ordenamiento territorial y asentamientos humanos vigente es una adecuación de la ley de desarrollo urbano de 1980<sup>17</sup>. Esta intertemporalidad se resolvió parcialmente, debido a que el documento final conserva íntegras las políticas urbanas, las cuales resultan descontextualizadas y al mismo tiempo incorporan aspectos ambientales desarticuladamente<sup>18</sup>.
- La ley del equilibrio ecológico y la protección al ambiente del estado de Morelos es de 1989 y tiene actualizaciones en 1996 y 2004. Esta recoge los objetivos centrales de la LGEEPA federal, sin embargo la evidencia demuestra que estos han sido prescindibles ante lo económico<sup>19</sup>.
- El programa estatal de ordenamiento territorial sustentable no está aprobado por el congreso. Este es resultado de un análisis geofísico y estadístico complejo e interdisciplinario, sin embargo la metodología incluyó a limitados sectores de población. De hecho el documento final estuvo abierto a la participación pública en los medios, la cual tuvo magros resultados e incluso desacuerdos. Por lo tanto el PEOT es un instrumento técnico sin consenso social.
- El estado no dispone de un programa de manejo integrado de recursos, el cual es un instrumento necesario para diagnosticar y articular proyectos ambientales locales.

---

<sup>17</sup> La ley de ordenamiento territorial y asentamientos humanos se aprueba solamente para actualizar el programa de desarrollo urbano de centro de población debido a que la ciudad no podía seguir con políticas territoriales de 20 años de antigüedad.

<sup>18</sup> Según este instrumento "la urbanización debe ser acorde al progreso económico y social" y al mismo tiempo "evitar el daño al ambiente y la ecología, mediante el respeto al proceso de ordenamiento ecológico". Cabe destacar que el PDUCP se aprobó antes que el PEOT, por lo que la propuesta de desarrollo urbano del 2000 es exactamente la misma que la de 1980.

<sup>19</sup> El objetivo principal del instrumento es "la protección, preservación y restauración del equilibrio ecológico y mejoramiento del ambiente". Sin embargo en las actualizaciones se reconoce que "a diez años de su publicación los problemas ambientales se han intensificado y diversificado, por lo que se requieren nuevos instrumentos regulatorios". Además el análisis de los servicios ambientales, las oportunidades de recreación-estéticos y la salud de la población demuestra estas dificultades.

## **Políticas estatales propuestas**

1. Las políticas territoriales deben guardar verticalidad con el programa estatal de ordenamiento territorial sustentable, la ley del equilibrio ecológico y la protección al ambiente y el programa de manejo integrado de recursos.
2. El programa estatal de ordenamiento territorial sustentable debe permitir la articulación local regional y responder a las particularidades que generen consenso social.
3. El programa de manejo integrado de recursos es necesario para abordar la diversidad territorial. Este instrumento permite llevar la organización del suelo a unidades ambientales más específicas.
4. La ley del equilibrio ecológico y la protección al ambiente tiene dos décadas de ejercicio. En este periodo existe evidencia suficiente para ajustar las estrategias de mitigación y prevención e incorporar instrumentos económicos concretos.
5. Las políticas territoriales de competencia estatal requieren el diagnóstico de las particularidades locales, la elaboración intersectorial población-academia-gobierno y la actualización periódica.
6. El diagnóstico y la instrumentación de las políticas deben ser complementarias.
7. La ley de ordenamiento territorial y asentamientos humanos debe actualizarse a la dinámica reciente de las concentraciones urbanas e incorporar aspectos concretos de disponibilidad ambiental necesarios para su viabilidad.

8. El programa de desarrollo urbano de centro de población y el reglamento de construcción deben integrar los ajustes del programa estatal de ordenamiento territorial sustentable, la ley del equilibrio ecológico y la protección al ambiente y el programa de manejo integrado de recursos.

### **Políticas municipales generales**

Las políticas territoriales municipales pueden clasificarse según su escala de intervención. En lo general estas incluyen los siguientes aspectos:

1. Cuernavaca tiene una densidad de población promedio de 1000 Hab/ha. Esta puede ampliarse con base en el incremento de la altura de las construcciones, así como el aprovechamiento de las áreas libres de urbanización previamente identificadas, debido a que el área urbana crece horizontalmente y el subsuelo no es una limitante física para el desarrollo vertical.
2. La ciudad central tiene las principales funciones políticas del estado, incluyendo turismo, hacienda, administración, economía y educación, lo cual genera diseconomías de aglomeración, por lo que son necesarias políticas de descentralización en coordinación con el desarrollo de políticas viales.
3. El equipamiento de recreación, esparcimiento, cultural y deportivo ocupan en conjunto 1.36 % del área urbana. La organización del suelo debe regular este déficit debido a que el área actual es 75 % menor de lo recomendable. Esto contrasta con la protección y defensa, los cuales ocupan uno de los porcentajes más altos del país.

4. Cuernavaca se considera ciudad colonial. Esta cuenta con un patrimonio histórico que incluye arquitectura político, religiosa y habitacional del periodo prehispánico y colonial. Las políticas de reestructuración urbana deben limitar la sustitución del patrimonio histórico y proponer la rehabilitación de la ciudad central para aprovechar el mercado turístico.
5. Cuernavaca se percibe como una ciudad de condiciones ambientales favorables para el descanso. La ocupación del suelo tiene deseconomías de escala que se correlacionan con el deterioro del estado del tiempo. Por lo tanto se deben proponer estrategias de conservación para parques urbanos, así como la restauración ambiental de vialidades y equipamiento los cuales tienen un alto índice de desertificación urbana.
6. Las deseconomías de aglomeración, así como la dependencia ambiental de la ciudad son extraterritoriales. Por lo tanto las políticas de conservación deben ser competencia intraurbana-interurbana. Los instrumentos de organización territorial tienen que incorporar usos del suelo de bosques urbanos, agricultura urbana, turismo rural, agroturismo y ecoturismo.
7. Las políticas territoriales cuentan con la participación pública de 1 % de la población local. En la última década predominan la sustitución del patrimonio histórico y la ocupación comercial del suelo. Estas políticas deben reconocer las particularidades locales y abrir la planeación a todos los sectores sociales para reducir la constante oposición social de la que existen numerosos ejemplos<sup>20</sup>.

---

<sup>20</sup> De hecho entre los aspectos que se mencionan como parte de la planeación urbano ambiental esta la planeación participativa (Camagni, 1998).

8. Las políticas ambientales consideran el uso de instrumentos económicos financieros, fiscales y de mercado para abordar las deseconomías de escala. No obstante estos instrumentos son de uso limitado<sup>21</sup> localmente. De hecho la organización del suelo no dispone de este tipo de políticas, por lo que es necesario incorporarlas.
9. Las políticas territoriales requieren el establecimiento de estándares urbano-ambientales en términos de la proporción de áreas abiertas-construidas, la densidad de población, el uso de sistemas constructivos alternos, el reciclamiento de desechos, la recolección de agua, el aprovechamiento de energía solar y la restauración ambiental, los cuales deben promoverse desde el programa de desarrollo urbano de centro de población y con mayor especificidad en el reglamento de construcción

### **Políticas municipales particulares**

Las políticas territoriales particulares involucran a los diferentes tipos de usos del suelo de la ciudad.

1. Los usos habitacionales de densidad media ocupan 300 ha por década. Los desarrollos horizontales sustituyen usos agroforestales principalmente, de hecho no existen limitaciones urbanas ni ambientales para su establecimiento. Por lo tanto se debe restringir la construcción de este tipo en áreas agroforestales y promoverse en el área recientemente urbana, con mayores densidades de población.

---

<sup>21</sup> Los instrumentos utilizados en la ciudad son la revista mecánica y la verificación, sin embargo la edad del parque del transporte público y la contaminación demuestran que estos no han superado los problemas políticos y de corrupción.

2. Los usos residenciales promedian 500 ha por década desde 1940. Estos conservan la mayor parte del área sin urbanizar, la cual esta forestada con vegetación exótica. Por lo tanto es necesario promover su restauración ambiental con vegetación nativa y promover la instalación de infraestructura ambiental de recolección y tratamiento de agua.
3. Los usos comerciales generan el 70 % de la ocupación del suelo. Estos encuentran pocas limitaciones urbanas y ambientales para su establecimiento, de hecho tienen un régimen de incentivos fiscales y eliminación de trámites, sin embargo también deben incorporar estrategias de reforestación y captación de agua de carácter obligatorio debido a que su pavimentación con concreto o asfalto incrementa la isla de calor urbano local .
4. El equipamiento ocupa 15 % del área urbana. Este se encuentra en condiciones desérticas, por lo tanto es necesario incorporar el concepto de equipamiento ambiental urbano, así como otra diversidad de usos ambientales, incluyendo la agricultura urbana, el turismo rural, el agroturismo y el ecoturismo para la frontera urbana y las cañadas todavía disponibles.
5. Las vialidades ocupan cerca del 15 % del área urbana. Estas se encuentran en condiciones desérticas principalmente y no cuentan con un plan integral de manejo. Por lo tanto es necesario incorporar políticas de restauración ambiental donde las vialidades tengan vegetación de grandes coberturas que impidan la radiación de calor y al mismo tiempo canalizaciones y/o pozos de absorción pluvial.

## Políticas municipales ambientales

Las políticas ambientales se dividen en dos sectores principalmente: aire, agua.

1. La ciudad tiene dependencia ambiental extraterritorial. Por lo tanto las políticas de conservación deben ser competencia intraurbana-interurbana. Estas incluyen la agricultura urbana, el turismo rural, el agroturismo y el ecoturismo. Además la conservación del corredor biológico Chichinautzin (Diario oficial de la federación, 1988), cuya superficie es suficiente para entrar al mercado de carbono<sup>22</sup>.
2. El área sin urbanizar de la ciudad tiene vegetación exótica o esta desértica, por lo tanto son necesarias estrategias de restauración y conservación. Esto incluye la recuperación de la densidad arbórea por uso del suelo. Según la CMCC<sup>23</sup> esta es una estrategia recomendable para abordar el calentamiento global (Benedict, 2000).
3. El 85 % de la contaminación atmosférica proviene del consumo de combustible fósil. El parque vehicular y la estructura urbana condicionan el volumen contaminante. Para reducir este las políticas deben intervenir en diferentes escalas.
4. Para la antigüedad vehicular se debe implementar un programa de control, renovación periódica o apoyos económicos a la sustitución de transporte público, taxis, colectivos y camiones de pasajeros debido a que estos son causantes directa o indirectamente de un porcentaje importante de la contaminación atmosférica local

---

<sup>22</sup> El 68.7 % del área recientemente urbana (ARU) sustituye bosque, por lo tanto esta estrategia es útil para reducir o limitar esta tendencia.

<sup>23</sup> Comisión mundial para el cambio climático.

5. El transporte público es unimodal. Este no puede ser diferente debido a las características de las vialidades, sin embargo pueden incorporarse vehículos de menor capacidad y con horarios preestablecidos.
6. La distancia-velocidad promedio de la ciudad central debe controlarse con base en la reducción al mínimo de la circulación, el reajuste de las direcciones, la limitación de estacionamientos y el incremento de la peatonización como funciona en otras ciudades coloniales del interior del país.
7. El 30.78 % de la población genera más de dos terceras partes de la contaminación atmosférica. Por lo tanto la población de mejores ingresos tiene que asumir un porcentaje mayor de la contaminación.
8. El programa "no circula" debe aplicarse en la ciudad central debido a que en esta zona es donde se alcanzan las máximas exposiciones de ozono y bióxido de carbono.
9. La demanda de agua es de 152.38 Mm<sup>3</sup>/año. En la distribución se pierden cerca de 70 Mm<sup>3</sup>/año por fugas o escurrimientos. Además la ciudad factura solamente 47.78 Mm<sup>3</sup>/año.
10. Las políticas de mejoramiento de infraestructura son indispensables. Sin embargo estas deben incorporar tecnologías de monitoreo, materiales no dañinos ambientalmente y registros de visita para mantenimiento constante de las redes.
11. Es necesario ampliar el rango de facturación para tener control del consumo medido debido a que las tarifas de consumo son homogéneas aún cuando el consumo es diferente.

12. La tarifa es de \$1.24/mt<sup>3</sup> hasta 60 mt<sup>3</sup>. No obstante esta debe ser diferencial de acuerdo al consumo por uso del suelo y debe apoyarse con medidas restrictivas.
13. Los usos residenciales generan el 67 % de la demanda total. Esta es principalmente para mantenimiento de jardines y equipamiento deportivo. Por lo tanto debe promoverse la instalación de pozos de recarga y autoservicio en estos usos.
14. Los usos habitacionales de densidad media generan el 30 % de la demanda total y permite recuperar solamente 3 %. Por lo que es necesario promover desarrollos verticales e incrementar el área de infiltración pública.
15. Los usos del suelo tienen una capacidad para infiltración de agua y captura de carbono menor al 15 % de la demanda total. El equipamiento ambiental urbano en áreas libres de urbanización y el ajuste de este tipo de infraestructura en los usos comerciales permiten incrementar este porcentaje.
16. El equipamiento ambiental urbano incluye la instalación de pozos de infiltración, así como la forestación con vegetación nativa en parques urbanos, deportivos, cañadas y en área sin urbanizar.
17. Los usos comerciales incrementan directa e indirectamente las islas de calor urbano por lo que los estándares ambientales en el reglamento de construcción deben ser más rigurosos. Estos deben basarse en el incremento de la densidad arbórea, el uso de pavimentos permeables y la instalación de pozos de absorción.

## Bases económicas de las políticas

La actividad económica y las políticas territoriales impulsan la ocupación del suelo más rentable consistente en usos comerciales y habitacionales. Las diseconomías de aglomeración son evidencia de lo contrario –cuadro 59-. En un escenario de corto y mediano plazo los usos del suelo predominantes pueden perder su viabilidad económica y social, así como la estructura de las actividades económicas locales.

Por lo tanto las políticas territoriales se replantean con base en tres ejes directores, los cuales incluyen: la conservación y restauración ambiental del área libre de urbanización intraurbana e interurbana, el aprovechamiento del mercado turístico y la oferta habitacional de densidad baja, así como la incorporación de algunos instrumentos económicos<sup>24</sup> -cuadro 60, 61-. La escala de instrumentación es estatal y municipal principalmente.

Cuadro 59. Bases económicas de la ocupación espacial en Cuernavaca y sus efectos.

<b>Bases económicas de la ocupación espacial en Cuernavaca</b>
El 69 % de la ocupación del suelo es comercial. Los usos comerciales tienen un mercado de más de un millón de personas al año. El 60 % del PIB municipal es aportado por las actividades económicas asociadas al turismo. El 25 % de la ocupación del suelo es habitacional residencial. La edificación y los servicios asociados a esta generan \$1,022,364.00 anuales debido al mercado de vivienda para población económicamente activa que sostiene movimientos pendulares al Distrito Federal, así como a las residencias de descanso.
<b>Efectos económicos y ambientales de las tendencias de ocupación espacial</b>
La ocupación del suelo sustituye 66.8 % de bosque y 33.16 % de usos agrícolas. Para el 2020 restará solamente 24.63 % de la cubierta forestal original. Estos patrones de ocupación del suelo y las políticas territoriales generan beneficios netos negativos, los cuales provienen de los efectos negativos en los servicios ambientales, las oportunidades de recreación- estéticos y la salud de la población urbana. Los beneficios netos de la ocupación del suelo se estiman en 2,559,037.62 para el 2010 y 3,203,511.05 para el 2020. Con base en la recarga media anual y la extracción se estima que el 40 % de los usos del suelo no podrán ser viables económica y socialmente para el 2020.

Elaboración propia

<sup>24</sup> Estos instrumentos todavía son de uso limitado en las ciudades de México y que en este caso incluyen estándares ambientales, subsidios para la ocupación espacial de usos del suelo de densidad baja, impuestos para el desarrollo de usos habitacionales de densidad media y políticas para incentivar la restauración ambiental.

Cuadro 60. Políticas generales propuestas.

Políticas del PDUCP <sup>25</sup>	Políticas propuestas
<p>Reordenar y renovar los centros de población con base en el mas eficiente aprovechamiento de sus recursos materiales y se aplicará con el fin de mejorar las condiciones de bienestar de la población y mitigar los efectos negativos sobre el entorno natural y cultural. Esta política se aplicará en áreas con carencia de servicios urbanos, equipamiento e infraestructura; áreas que resienten la contaminación ambiental; áreas que presentan un deterioro urbano generalizado; en zonas de vivienda precaria y en las localidades rurales.</p> <p>Rescatar del Centro Histórico y de los poblados y barrios Históricos; en general para el mejoramiento de la infraestructura vial de la ciudad en aquellas vialidades primarias, secundarias y terciarias que así lo requieran; y para rescatar y mejorar la imagen urbana de la ciudad. Asimismo será aplicable en las zonas que presentan deficiencias en los servicios públicos, en especial en lo relativo a agua potable, drenaje sanitario y pluvial y al transporte público.</p> <p>Mantener el equilibrio ecológico; a conservar en buen estado las obras materiales, los edificios, monumentos, plazas públicas, parques y áreas verdes y en general las zonas que integran el patrimonio Histórico y cultural del municipio. En zonas boscosas del municipio, márgenes de todos los cauces de ríos y barrancas, áreas verdes y arboladas que se localizan en la ciudad de Cuernavaca, tanto públicas como privadas, y en las vialidades y parques públicos, zonas Históricas y Arqueológicas.</p> <p>Conservar el patrimonio inmobiliario catalogado y la traza urbana.</p>	<p>El programa de desarrollo urbano de centro de población y el reglamento de construcción deben guardar verticalidad con el programa estatal de ordenamiento territorial sustentable, la ley del equilibrio ecológico y la protección al ambiente y el programa de manejo integrado de recursos.</p> <p>La densidad de población de Cuernavaca debe ampliarse con base en el desarrollo vertical de las construcciones.</p> <p>Son necesarias políticas de descentralización de la ciudad central para las principales funciones políticas del estado.</p> <p>Se debe incrementar el área destinada al equipamiento de recreación, esparcimiento, cultural y deportivo.</p> <p>Las políticas de reestructuración urbana deben limitar la sustitución del patrimonio histórico y proponer la rehabilitación de la ciudad central para aprovechar el mercado turístico.</p> <p>Se deben proponer estrategias de conservación para parques urbanos, así como la restauración ambiental de vialidades y equipamiento.</p> <p>Las políticas de conservación deben ser de competencia intraurbana-interurbana.</p> <p>Es necesario incorporar conceptos de agricultura urbana, turismo rural, agroturismo y ecoturismo.</p> <p>Las políticas deben reconocer las particularidades locales y abrir la planeación a todos los sectores sociales para reducir la constante oposición social.</p> <p>Las políticas ambientales deben incorporar instrumentos económicos.</p> <p>Es necesario establecer estándares urbano-ambientales respecto a la proporción de áreas abiertas-construidas, la densidad de población, el uso de sistemas constructivos alternos, el reciclamiento de desechos, la recolección de agua, el aprovechamiento de energía solar y la restauración ambiental.</p>

Elaboración propia.

<sup>25</sup> Tomados textuales del PDUCP (Gobierno del estado de Morelos, 2001).

Cuadro 61. Políticas propuestas por uso del suelo.

Políticas vigentes	Políticas propuestas
<b>a. Habitacionales densidad media</b>	
<p>Ocupan en promedio 300 ha por década. Tienen una densidad de población de 101 a 200 Hab/Ha. Tienen una densidad de vivienda de 31 a 60 Viv/Ha. Área de los predios 125 a 250 mts<sup>2</sup>. Tiene una intensidad de ocupación del suelo: COS26 0.50 y CUS27 1.00. Equivalen al 75 % de la oferta territorial. No existen limitaciones urbanas ni ambientales para su establecimiento. Predominan como desarrollos horizontales. Ocasionan la mayor sustitución de usos agroforestales. No disponen de áreas forestadas.</p>	<p>Establecer estándares urbano- ambientales incluyendo la proporción de áreas abiertas-construidas, la densidad de población, el uso de sistemas constructivos alternos, el reciclamiento de desechos, la recolección de agua, el aprovechamiento de energía solar y la restauración ambiental. Impulsar desarrollos verticales. Aprovechar el área recientemente incorporada a la ciudad (ARIU). Restringir la sustitución de áreas agroforestales. La densidad arbórea de bosque o selva baja es en promedio de 400 individuos (Colín, 1997). La densidad por vivienda debe ser de 5 arb/viv.</p>
<b>b. Habitacionales residenciales</b>	
<p>Ocupan en promedio 500 ha por década. Tienen una densidad de población de 0 a 100 Hab/Ha. Tienen una densidad de vivienda de 0 a 30 Viv/Ha. Tiene una intensidad de ocupación del suelo: COS 0.50 y CUS 1.00. Área de los predios 500 mts<sup>2</sup> en adelante. Equivalen al 20 % de la oferta territorial. No existen limitaciones urbanas ni ambientales para su establecimiento. Son más rentables que los usos de densidad media<sup>28</sup>. Conservan el 90 % de las áreas sin urbanizar en el interior de la ciudad. Están forestados con vegetación exótica. Generan mayor demanda de agua para mantenimiento de jardines y equipamiento deportivo. Promedian una alberca por hectárea de 50 mts<sup>3</sup>.</p>	<p>Establecer estándares urbano- ambientales con énfasis en la recolección de agua para su consumo individual, el aprovechamiento de energía solar, la forestación con vegetación nativa y el reciclamiento de desechos sólidos. Promover la restauración ambiental de los usos residenciales. Restringir la sustitución de áreas forestales. Ajustar la reserva territorial de este uso para permitir un equilibrio de forestación. La densidad arbórea de bosque o selva baja es en promedio de 400 individuos (Colín, 1997). En este sentido cada unidad habitacional debe tener al menos 17 arb/viv.</p>
<b>c. Usos comerciales</b>	
<p>Generan el 70 % del crecimiento urbano. Sustituyen el patrimonio histórico. Se localizan en la ciudad central. Tienen pocas limitaciones urbanas y ambientales para su establecimiento. Tienen un régimen de políticas fiscales de exención de impuestos.</p>	<p>Establecer estándares urbano- ambientales con énfasis pozos de infiltración, forestación con vegetación nativa y reciclamiento de desechos sólidos. Limitar su establecimiento en la ciudad central. Promover la restauración ambiental de</p>

<sup>26</sup> Coeficiente de ocupación del suelo es la relación aritmética existente entre la superficie construida en planta baja y la superficie total del terreno.

<sup>27</sup> Coeficiente de utilización del suelo es la relación aritmética existente entre la superficie total construida en todos los niveles de edificación y la superficie total del terreno.

<sup>28</sup> En términos del precio de venta que es 50 % mayor que el de los usos de densidad media.

<p>Tienen un régimen de políticas de eliminación de trámites “centros comerciales en un día”.</p> <p>Las políticas urbanas les exigen áreas de estacionamiento equivalentes a 9 veces el área construida.</p> <p>Generan islas de calor urbano.</p> <p>Están forestados con vegetación exótica.</p> <p>Demanda de agua para mantenimiento de jardines.</p>	<p>estacionamientos.</p> <p>Promover la instalación de pozos de infiltración con capacidades equivalentes al volumen recolectado por las áreas de estacionamiento (de carácter obligatorio). lo cual permite recuperar 2 % de la déficit actual</p> <p>Establecer estándares de forestación de estacionamientos.</p> <p>La densidad forestal debe ser 3 arb/veh para reducir la isla de calor.</p>
<p><b>d. Equipamiento</b></p>	
<p>Se distribuye 7 % en equipamiento público y 8 % en área de conservación.</p> <p>Registra el mayor índice de desertificación.</p> <p>No existe una política local para el equipamiento.</p> <p>Esta determinado en función de la concentración de población.</p>	<p>Incorporar el concepto de equipamiento ambiental urbano.</p> <p>Generar equipamiento de vegetación nativa, es decir usos de producción arbórea y forestal nativa. La restauración de usos desérticos o con vegetación exótica implica la generación de un mercado de 584,536 individuos de distintas especies nativas.</p> <p>Generar equipamiento de infiltración de agua que permita recuperar 12 % de la déficit actual.</p> <p>Restaurar ambientalmente las cañadas, los parques y los bosques urbanos.</p> <p>Restaurar los usos del suelo desérticos o con vegetación exótica, los cuales equivalen a 791.62 y 669.72 ha respectivamente.</p> <p>Incorporar los usos agricultura urbana, turismo rural, agroturismo y ecoturismo en la frontera urbana y en las cañadas.</p>
<p><b>e. Usos agroforestales</b></p>	
<p>Ceden el 80 % para el crecimiento urbano.</p> <p>No existe una política local para este tipo de usos.</p> <p>Funciona como reserva para el crecimiento urbano.</p>	<p>Incorporar los usos agricultura urbana, turismo rural, agroturismo y ecoturismo en la frontera urbana y en las cañadas.</p> <p>Los usos agrícolas en la zona oriente y sur de la ciudad se transformaron a viveros que comercializan plantas exóticas. Para generar un mercado de vegetación nativa que es necesario, pero inexistente (Colín, 1997) son necesarias políticas como la condonación de impuestos para este tipo de producción, con el objeto de incentivarla ya que requiere de tiempos e insumos que no son dañinos como los utilizados para la vegetación exótica.</p>

Elaboración propia

## **Conclusión**

Las políticas territoriales están determinadas por los beneficios económicos de corto plazo, sin embargo la evidencia demuestra que la organización del suelo más rentable genera deseconomías de aglomeración. En este contexto las políticas de conservación implican prevención y mitigación con beneficios netos, así como el aseguramiento de la viabilidad económica y social de la ciudad.

El sistema urbano es central en el deterioro ambiental global. Según PNUMA y HABITAT las políticas urbano ambientales se estructuran con base en el reconocimiento de la dependencia ambiental, la conservación del patrimonio histórico, la planeación participativa y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población. En México las políticas territoriales reproducen el uso intensivo del suelo, la extracción de recursos y la reasignación de usos agroforestales a la reserva de crecimiento urbano. En Cuernavaca la ocupación del suelo predominante es comercial-habitacional. Las políticas territoriales promueven esta organización territorial debido a sus beneficios económicos, los cuales equivalen al 60 % del PIB municipal. No obstante estos beneficios son negativos desde 1990 y sus proyecciones indican que la viabilidad de los usos comercial-habitacional no está asegurada en el mediano plazo.

En este escenario la intervención de políticas de conservación es necesaria, así como el ajuste de algunos instrumentos centrales. Estos incluyen el programa de desarrollo urbano de centro de población y el reglamento de construcción, los cuales deben guardar verticalidad con el programa estatal de ordenamiento territorial sustentable, la ley de equilibrio ecológico y protección al ambiente y el programa de manejo integrado de recursos.

Estas políticas aplican en distintas escalas. En términos generales la ciudad debe promover el desarrollo vertical, la descentralización, el incremento de equipamiento recreativo, cultural y deportivo, la rehabilitación del patrimonio histórico, la conservación-restauración ambiental, la participación pública, el uso de instrumentos económicos y estándares urbano-ambientales.

En una escala menor los usos del suelo comerciales-habitacionales deben restringirse en áreas agroforestales y condicionarse a la restauración con vegetación nativa y la instalación de pozos de infiltración. Además es necesario incorporar equipamiento ambiental urbano, agricultura urbana, turismo rural, agroturismo y ecoturismo para la frontera urbana y las cañadas.

El sector aire requiere políticas de conservación a nivel intraurbano e interurbano. Estas incluyen mejorar el potencial de captura del corredor biológico Chichinautzin, recuperar la densidad arbórea por uso del suelo, implementar programas de renovación vehicular, reducir al mínimo de la circulación en la ciudad central e incrementar la peatonización.

En el sector agua es necesario mejorar la infraestructura, incorporar tecnologías de monitoreo, materiales no dañinos ambientalmente y registros de visita, ampliar el rango de facturación, aplicar tarifas diferenciales y medidas restrictivas, así como reglamentar la instalación de pozos de recarga y autoservicio residencial-comercial. Las políticas convencionales promueven la ocupación del suelo con mayores beneficios económicos. Estos son cada vez menores debido a deseconomías de aglomeración, las cuales están asociadas a los servicios ambientales, las oportunidades de recreación-estéticos y la morbilidad-mortalidad de la población urbana.

Por lo tanto las políticas territoriales se replantean con base en la conservación y la restauración ambiental del área libre de urbanización, la cual incorpora el reconocimiento de la dependencia ambiental y se complementa con la conservación del patrimonio histórico y la planeación participativa.

## Conclusiones

En México, la estructuración económica del espacio propició una de las aglomeraciones urbanas más grandes mundialmente. Las características y los efectos de este proceso están registrados principalmente para el distrito Federal, donde se generan los diferentes análisis urbanos y las propuestas de políticas territoriales que posteriormente son reutilizados en las demás ciudades.

De 364 ciudades registradas en el país menos del 5 % cuenta con algún estudio territorial o un programa de desarrollo urbano, la mayor parte de los cuales son elaborados por arquitectos y con base en un urbanismo funcionalista principalmente. Por lo tanto las conclusiones de este trabajo pueden considerarse de dos órdenes, la información obtenida sobre Cuernavaca y las aportaciones teórico-metodológicas para el análisis de otras concentraciones urbanas, los cuales se agrupan en tres apartados.

1. En Cuernavaca la concentración urbana esta explicada por las actividades económicas asociadas al turismo, el cual registra un mercado de millón y medio de visitantes anualmente. Este aprovecha la relativa accesibilidad de la ciudad y las condiciones ambientales locales, las cuales se caracterizan por su clima isotermal, cuyo confort térmico todavía es el menos extremo en la región.

Las actividades económicas asociadas al turismo generan 60 % del PIB municipal y ocupan al 80 % de la PEA local. Debido a estas características los desarrolladores inmobiliarios de usos comerciales y habitacionales han llevado al máximo este tipo ocupación del suelo. No obstante medio siglo bastó para alcanzar 20304.23 ha y una densidad de población de 1011 hab/ km, la cual entre otras cosas sustituyó 60 % de la cubierta original de bosque.

En este panorama el papel de políticas territoriales ha sido promover la ocupación del suelo más rentable, con base en la exención de impuestos, trámites ágiles y una serie de subsidios en términos de infraestructura y equipamiento. Esta condición preferencial esta sustentada en una práctica del urbanismo funcionalista, obsoleta y que poco prevé la modificación de los factores fisiográficos y los procesos energéticos normales debido a los altos índices de recubrimiento sólido, desertificación, sustitución de áreas agroforestales y emisión de gases a la atmósfera.

No obstante las deseconomías de aglomeración y los disturbios ambientales implican costos cada vez mayores, los cuales son restricciones concretas para la ocupación del suelo predominante, así como para la viabilidad económica y social de la ciudad en el mediano y largo plazo. En este sentido el análisis costo beneficio permitió comparar los beneficios económicos de políticas territoriales opuestas, incluyendo la ocupación del suelo predominante y la prevención-conservación de las áreas libres de urbanización.

La ocupación del suelo predominante registra beneficios económicos, cuya determinación es relativamente práctica, sin embargo, la prevención y la conservación requieren de mecanismos directos e indirectos. Para este propósito se utilizó la valoración ambiental de la oferta y la demanda de servicios ambientales, las oportunidades de recreación-estéticos y la morbilidad-mortalidad de la población urbana. El análisis de estas características da cuenta de la vulnerabilidad en la que se encuentran las ciudades, así como el estado hacia donde llevan las políticas territoriales y los patrones de ocupación del suelo predominantes.

2. La evidencia económica demuestra que en Cuernavaca prevalece la estructuración urbana más rentable. El análisis de sistemas de información geográfico (SIG) en particular es útil para comprobar esta característica, lo cual es poco común en el ámbito económico, pero también ofrece una ventaja metodológica en términos de la determinación del área urbana ocupada y su proporción respecto a la desocupada, donde se obtienen beneficios económicos directa e indirectamente. En este sentido la valoración ambiental da cuenta de las ventajas económicas generadas por la prevención y la conservación de las áreas libres de urbanización.

2.1. En términos de servicios ambientales la ocupación del suelo local tiene un costo por hectárea, el cual se estimó con base en la limitación del volumen de infiltración de agua y captura de carbono. Cada hectárea de suelo ocupada limita un volumen promedio de infiltración de 2411.73 mts<sup>3</sup>/ha/año y de captura de 148 ton/año, los cuales equivalen a \$9,019.87 y \$16,904.98 respectivamente.

La oferta potencial del acuífero Cuernavaca esta condicionada por las actividades económicas-población y la ocupación del suelo. Con base en la recarga media y la extracción anual se estima que la oferta potencial de las siguientes décadas será insuficiente para cubrir el funcionamiento del 40 % de los usos del suelo.

El volumen de captura de carbono depende de la disponibilidad de cubierta vegetal, así como de su tipología y condiciones de deterioro. En la ciudad se vierte a la atmósfera un volumen de contaminantes de 17,995,713 ton/año, mientras que la capacidad de captura local es de 1,918,229.74 Ton/ha/año. En el 2000 la ciudad registró un déficit de captura del 90 %.

**2.2** La ciudad es relativamente accesible para descanso o turismo. Esta ofrece infraestructura deportiva y el confort térmico menos extremo entre las ciudades regionales. Por lo tanto la modificación de estas condiciones afecta indirectamente las oportunidades de recreación-estéticos. Según los métodos de valoración ambiental costo de viaje y valor hedónico la modificación del estado del tiempo puede reflejarse en las actividades económicas asociadas al turismo.

Para analizar esta condición se utilizaron los disturbios generados por la concentración de actividades económicas-población y el desplazamiento del confort térmico local. Esto implicó metodológicamente correlacionar los indicadores de recubrimiento sólido, desertificación, sustitución de áreas agroforestales y contaminación atmosférica con los factores del estado del tiempo, los cuales incluyen la modificación de la oscilación de las temperaturas máximas y mínimas extremas, la oscilación térmica y la precipitación media anual.

La evidencia demuestra que los disturbios generados por la concentración urbana tienen una alta correlación con la modificación de los factores del estado del tiempo local. Un efecto ambiental de este tipo puede llevar a la variación del mercado turístico local, según los métodos de valoración ambiental costo de viaje y valor hedónico.

La demanda turística de la ciudad y los ingresos de las actividades económicas asociadas al turismo se redujeron cerca del 20 % en tres décadas. En este sentido la modificación de los indicadores turísticos y su aportación económica esta explicada en parte por la variación del confort térmico según la correlación entre ambos.

**2.3.** La ocupación del suelo predominante también genera costos indirectos en términos de la morbilidad-mortalidad de la población urbana, la cual se analiza en los ingresos hospitalarios.

La contaminación atmosférica en particular está asociada a las enfermedades respiratorias, cerebro y cardiovasculares, las cuales registran tasas “normales” para grupos específicos de edad. Sin embargo, estas se ven modificadas por la frecuencia de exposición a componentes atmosféricos orgánicos e inorgánicos.

En Cuernavaca las concentraciones de ozono y bióxido de azufre exceden las normas oficiales mexicanas, mientras que el monóxido de carbono alcanza volúmenes altos en los periodos de mayor circulación vehicular. Los ingresos hospitalarios por enfermedades respiratorias, cerebro y cardiovasculares se incrementan en los periodos de mayor concentración.

Las enfermedades respiratorias, cerebro y cardiovasculares también demuestran una alta correlación con la contaminación atmosférica, principalmente con el ozono y el bióxido de azufre. Este grupo de enfermedades son la primera causa de morbilidad y la tercera de mortalidad localmente. Además, las tasas registran costos que pueden describirse con base en el análisis de los ingresos hospitalarios y los costos de tratamiento.

El 50 % de la población económicamente activa es afectada por las enfermedades respiratorias, por lo que estas generan costos por tratamiento y por la ausencia laboral, es decir se componen de costos directos e indirectos, los cuales se incrementan cuando presentan estados severos o si terminan en defunción.

La morbilidad genera más costos que la mortalidad. Las isquemias del corazón y los eventos cerebrovasculares en particular son más frecuentes y más costosos, mientras que las enfermedades respiratorias son la principal causa de la morbilidad local. La evidencia demuestra que existe una alta correlación entre los componentes atmosféricos y la morbilidad. Por lo tanto, se pueden estimar los costos en la salud pública derivados de los patrones de ocupación del suelo para las siguientes décadas. En el 2000 estos fueron tres veces más altos que la producción de las actividades asociadas al turismo.

**3.** Las políticas territoriales están determinadas convencionalmente por los beneficios económicos de corto plazo, sin embargo el análisis costo beneficio demuestra que la organización del suelo más rentable genera progresivamente más costos. En este escenario las políticas de conservación ambiental implican la prevención y la mitigación con beneficios netos, así como el aseguramiento de la viabilidad económica y social de la ciudad.

Las políticas urbano ambientales deben reconocer entre otras cosas la dependencia ambiental de la ciudad, la conservación del patrimonio histórico, la planeación participativa y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población, los cuales son aspectos mínimos recomendados por el PNUMA Y HABITAT en el programa de ciudades sustentables. Por el contrario en México las políticas territoriales promueven el uso intensivo del suelo, la extracción de recursos y la reasignación de usos agroforestales a la reserva de crecimiento urbano como puede observarse en programa de desarrollo urbano y ordenamiento de territorio nacional, así como en el plan nacional de desarrollo urbano.

En Cuernavaca se debe promover el programa estatal de ordenamiento territorial sustentable, la ley de equilibrio ecológico y protección al ambiente, el programa de manejo integrado de recursos y al mismo tiempo el ajuste de algunos instrumentos de aplicación local, incluyendo el programa de desarrollo urbano de centro de población y el reglamento de construcción por municipio.

Las políticas territoriales de conservación pueden instrumentarse en distintas escalas. En términos generales la ciudad debe promover otro tipo de densidad de ocupación del suelo, la descentralización, el incremento de equipamiento recreativo, cultural y deportivo, la rehabilitación del patrimonio histórico, la conservación-restauración ambiental, la participación pública, el uso de instrumentos económicos y estándares urbano-ambientales sobre todo para los usos que generan la mayor ocupación del suelo.

Las políticas particulares implican que los usos del suelo comerciales-habitacionales deben restringirse en áreas agroforestales y condicionarse a estrategias de restauración con vegetación nativa e instalación de pozos de infiltración. Además es necesario integrar equipamiento ambiental urbano incluyendo bosques urbanos, agricultura urbana, turismo rural, agroturismo y ecoturismo para la frontera urbana y las cañadas.

Para regular las condiciones de la atmósfera son necesarias políticas de conservación a nivel intraurbano e interurbano. Estas incluyen mejorar el potencial de captura del área natural protegida "corredor biológico Chichinautzin", recuperar la densidad arbórea por uso del suelo, implementar programas de renovación vehicular, reducir al mínimo de la circulación en la ciudad central e incrementar la peatonización.

Para modificar la disponibilidad de agua es necesario mejorar la infraestructura, incorporar tecnologías de monitoreo, materiales no dañinos ambientalmente y registros de visita, ampliar el rango de facturación, aplicar tarifas diferenciales y medidas restrictivas, así como reglamentar la instalación de pozos de recarga y autoservicio residencial-comercial.

Las políticas convencionales promueven la ocupación del suelo con beneficios económicos cada vez menores debido a deseconomías de aglomeración y disturbios ambientales, los cuales están asociados a la presión en la oferta y demanda de los servicios ambientales, las oportunidades de recreación-estéticos y la morbilidad-mortalidad de la población urbana principalmente. Por lo tanto, las políticas territoriales deben replantearse con base en la conservación y la restauración ambiental del área libre de urbanización.

## Referencias

- Aguilar, A. G. 2002. Los asentamientos humanos y el cambio climático en México. Un escenario futuro de vulnerabilidad regional. En Gay, Carlos. México una visión hacia el siglo XXI, el cambio climático en México. México: INE UNAM. 129 - 144 pp.
- Aguilar, A. G., Boris Graizbord y Álvaro Sánchez. 1996. Las ciudades intermedias y el desarrollo regional en México. México: CNCA, El colegio de México, UNAM. 403 pp.
- Aguilar, Salvador. 1998. Ecología del estado de Morelos. Un enfoque geográfico. Morelos: Praxis Instituto estatal de documentación del Morelos. 469 pp.
- Alonso, M. S. et al. 2003. Characteristics of the urban heat island in the city of Salamanca, Spain. En *Atmósfera*. Vol. 5: 137 – 148.
- Armando Arredondo, et al. 1995. Una aproximación al estudio de costos de servicios de salud en México. En *Salud pública de México*. Vol. 37, No. 5: 437-445.
- Ávila-Burgos L, et al. 1996. El costo social de la bronquitis crónica en la Ciudad de México: una experiencia piloto. En *Salud pública de México*. Vol. 38, No. 5: 128-138.
- Banco Interamericano de Desarrollo. 2000. Informe anual sobre el medio ambiente y los recursos naturales. Washington. 32 pp.
- Banco Mundial. 2001. Informe sobre el desarrollo mundial. 2000/2001 .Washington. pp.
- Bartelmus, Peter. 1997. The value of nature: valuation and evaluation in environmental accounting. New York: ONU. 51 pp.
- Bartone, Carl R. 2001. Urban environmental priorities. Washington. DC: World Bank. 21 pp.
- Baumert, Kevin A., Odile Blanchard, Silvia Llosa y James F. Perkaus. 2002. Building on the Kyoto protocol. Options for protecting the climate. World Resources Institute. 265 pp.
- Benedict, Marc A. y Edward T. McMahon. 2000. Green Infraestructure: smart conservation for the 21 st century. USA: The conservation fund. 32 pp.
- BIE, 2003. (<http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/bie.html-ssi>)
- Boltvinik, Julio y Enrique Hernández. 1999. Pobreza y distribución del ingreso en México. México: Siglo XXI. pp. 354.
- Boltvinik, Julio. 1998. Estrategias de lucha contra la pobreza en América Latina. Análisis crítico de los planteamientos de organismos internacionales. En *Estudios demográficos y urbanos*. Vol. 13, No. 2: 251- 280.
- Borja, Jordi y Manuel Castells. 2000. El impacto de la globalización sobre la estructura espacial y social de las ciudades. En *local y global. la gestión de las ciudades en la era de la información*. México: Taurus. 35 – 77 pp.
- Brown, Lester. 2001. *Eco-Economy: Building an economy for the earth*. NY: W. W. Norton and Co. 77 pp.
- Burroughs, William. 2003. *Climate into the 21 st century*. UK: WMO. 236 pp.
- Button, Kenneth. 2002. City management and urban environment indicators. En *Ecological economics*. No. 40. 217 – 233 pp.

- Camagni, Roberto et al. 1998. Towards sustainable city policy: an economy-environment technology nexus. En *Ecological economics*. No. 24. 103 – 118 pp.
- Castells, Manuel. 1972. *La cuestión urbana*. México: Siglo XXI. 517 pp.
- CEPAL, 2002. *La sostenibilidad del desarrollo en América Latina y el Caribe: desafíos y oportunidades*. Chile. 241 pp.
- CEPAL. 2002. *Las nuevas funciones urbanas: gestión para la ciudad sostenible*. Chile. 80 pp.
- Chávez, Ana Maria y Julio Guadarrama. 2000. La transformación económica y migratoria de la región centro de México en el contexto de la crisis. *Eure*. Vol. XXVI, No. 78: 5 – 36.
- Clarkson, Richard y Kathryn Deyes. 2002. *Estimating the Social Cost of Carbon Emissions*. London: Environment Protection Economics Division. Department of Environment, Food and Rural Affairs. 59 pp.
- CMCC. 2001. *Cambio Climático 2001: Informe de síntesis. Resumen para Responsables de Políticas*. Costa Rica. 38 pp.
- CNA, 2004. *Estadísticas del agua en México*. México: CNA. 141 pp.
- CNA. 1999. *Atención Nacional a los componentes del capítulo 18 de la Agenda 21*. México. 32 pp.
- CNA. 2002. *Compendio básico de agua en 2002*. México. 96 pp.
- Colín Hortensia y Rafael Monroy. 1997. *Prontuario de árboles de selva baja caducifolia*. Morelos: SEMARNAP. PNUD. 79 pp.
- CONAPO. 1997. *La situación demográfica de México, 1997*. México. 106 pp.
- CONAPO. 2001. *Sistema Urbano Nacional: Población y tasas de crecimiento, 1990-2001*. México.
- Cortés, Alejandra y Eliseo Vargas, 1991. *Frontera hidrogeológica entre la cuenca de México y los valles del estado de Morelos*. En Oswald, Úrsula y Jorge Serrano. (ed). *El recurso agua en el estado de Morelos y sus problemas de contaminación*. Cuernavaca: CRIM UNAM. 51 - 91 pp.
- DATATUR, 2003. (<http://datatur.sectur.gob.mx/jsp/index.jsp>)
- De Groot, Rudolf S., Mathew A. Wilson y Roelof M. J. Boumans, 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. En *Ecological economics*. No. 41. 393 – 408 pp.
- De la Luz, Guadalupe, 2000. *Calidad del aire en las principales ciudades de México*. México: Dirección General de Gestión e Información Ambiental. Instituto Nacional de Ecología. 13 pp.
- De Villiers, Marq. 1999. *Water. The fate of our most precious resource*. Canada: Manner Books. 47 – 64 pp.
- Delgadillo, Javier (coord.) 2004. *Planeación territorial, políticas públicas y desarrollo regional en México*. México: UNAM. CRIM. 194 pp.
- Desarrollo urbano y obras públicas*. 2001. Programa estatal de desarrollo urbano (proedu). 2001- 2006. Morelos. 346 pp.
- Diario oficial de la federación*. 1988. *Declaración de área de protección de flora y fauna silvestre en los municipios de Huitzilac, Cuernavaca, Tepoztlán, Jiutepec, Tlanepantla, Yautepec, Tlayacapan y Tototlapan, Morelos*, México. Poder ejecutivo Federal.
- Diario oficial de la federación*. 1993. *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 de agua y sus planos de localización. Poder ejecutivo Federal.
- Díaz, Porfirio. 1991. Un breve análisis de la problemática asociada al agua en la República Mexicana utilizando la técnica RJ. En Oswald, Úrsula y Jorge Serrano. (ed). El recurso agua en el estado de Morelos y sus problemas de contaminación. Cuernavaca: CRIM UNAM. 23 - 57 pp.
- Dooner, Cecilia, Constanza Parra y Cecilia Montero. 2001. Contaminación atmosférica y conciencia ciudadana. El caso de la ciudad de Santiago. Chile: CEPAL. 44 pp.
- Earth system science partnership. 2005. The global water system Project. Science framework and implementation activities. 76 pp.
- Emelianoff, Cyria. 1998. Las ciudades sustentables. Emergencia de nuevas temporalidades en los viejos espacios urbanos. En Gaceta Ecológica. No. 46: 29 – 43.
- Engels, F. 1976. La situación de la clase obrera en Inglaterra. Moscú: Progreso. 464 pp.
- Enkerlin, Ernesto C. et. al. 1997. Ciencia ambiental y desarrollo sostenible. México: Internacional Thomson editores. 666 pp.
- EPA. 2000. Guidelines for preparing economic analyses. USA. 181 pp.
- Farrow, Scott y Michael Toman. 1998. Using environmental benefit –cost analysis to improve government performance. Washington: Resources for the future. 16 pp.
- Fausold Charles J. y Robert J. Lillieholm. 1996. The economic value of open space. En Land Lines. Vol. 8, No. 5: 1 – 6.
- Field, C. Barry y Mrtha K. Field. 2003. Economía ambiental. España: Mc. Graw Hill. 556 pp.
- FNUAP. 1993. Estado de la población mundial New York. 54 pp.
- Freeman, A. Myrick. 2003. The measurement of environmental and resource values. Theory and methods. USA: Resources for future. 491 pp.
- García, Benjamín. 2000. Economía ambiental. México: UNAM. Facultad de Economía. 125 pp.
- García, Enriqueta. 1989. Apuntes de Climatología. México: UNAM 155 pp.
- Garza, Gustavo. 1999. Globalización económica, concentración metropolitana y políticas urbanas en México. Estudios demográficos y urbanos. Vol. 14, No. 2: 269 – 312.
- Giannias, Dimitirus. 1998. A quality of life based on ranking of canadian cities. En Urban studies. Vol. 35. No. 12: 2241 – 2251.
- Giglo, Nicolo. 2001. La dimensión ambiental en el desarrollo de América Latina. Chile: CEPAL. 282 pp.
- Gitay, Habiba et al, 2000. Cambio climático y biodiversidad. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. 93 pp.
- Gobierno del Estado de Morelos, UAEMor. 2002. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial Sustentable. México. 130 pp.
- Gobierno del estado de Morelos. 1999. Reglamento de construcción del municipio de Cuernavaca. Periódico oficial. No. 4012: 1 – 71.
- Gobierno del estado de Morelos. 2001. Programa de desarrollo urbano de centro de población. Periódico oficial. No. 4106: 32 – 47.

- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2000. Land Use, Land-Use Change, and Forestry. 30 pp.
- Guha, Ramachandra y Juan Martínez Alier. 1998. Varieties of environmentalism. Essays north and south. Delhi: Oxford University Press. 230 pp.
- Gutierrez, Victor J. 2000. Calidad de aire en México. México: Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental. Instituto Nacional de Ecología. 46 pp.
- H. Cámara de Diputados. 1997. Las Metrópolis Mexicanas. México. 149 pp.
- Hábitat, 2001. El espacio regional: hacia la consolidación de los asentamientos humanos en América Latina y El Caribe. Chile 162 pp.
- Hacke Werner. 2002. Recommendations for Stroke Management. European Stroke Initiative. 40 pp.
- Hareng, Erin y John Gardner. 2000. The direct and indirect costs of asthma: a comprehensive study. En scientific journal of the American Academy of Allergy, Asthma and Immunology.
- Haupt, Arturo. 1980. Guía rápida de población. U.S.A: Population Reference Bureau. 77 pp.
- Hough, Michael. 1995. Naturaleza y ciudad. Spain: GG. 5- 239 pp.
- Hueting, Roefie et al. 1998. The concept of environmental function and its valuation. En Ecological economics. No. 25: 31-35.
- IMSS, 2002. Boletín semanal de vigilancia epidemiológica. Vol. II. Semanas 1 – 52.
- INEGI Semarnap. 1999. Estadísticas del medio ambiente, México 1999. México. pp.
- INEGI, 2001. Estadísticas vitales del estado de Morelos. Cuadernos 5, 4, 3, 2.
- INEGI. 1999. Censos económicos. Morelos. México. 420 pp.
- INEGI. 2000. Carta digital Cuernavaca E14 A59. México.
- INEGI. 2000. Imágenes económicas del estado de Morelos. México. 71 pp.
- Institut for Miljøvurdering, 2002. Assessing the Ecological Footprint. A look at the WWF's Living Planet Report 2002. 43 pp.
- International Institute for Environment and Development (IIED). 2003. Valuing Forests. A review and applications in developing countries. London. 159 pp.
- ISSTE, 2002. Informe anual de actividades 2002. México. 214 pp.
- Jauregui, Ernesto y Alberto Tejeda. 2001. A scenario of thermal comfort in Mexico city for 2CO<sub>2</sub> conditions. En *Atmósfera*. Vol: 14: 125 – 138.
- John T. Houghton et al. 1997. Estabilización de los gases atmosféricos de efecto invernadero: implicaciones físicas, biológicas y socioeconómicas. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. 63 pp.
- Jordan, Ricardo y Daniela Simioni. 1998. Ciudades intermedias de América Latina y el Caribe: propuestas para la gestión urbana. Italia: CEPAL Ministero degli affari steri. 450 pp.
- Keller, E.A. 1988. Environmental Geology. USA: Charles and Merrill Publishing. pp.
- Kharoufi, Mostafa. 1999. Urbanization and urban research in the Arab world. El Cairo: Centre d'études et de documentation économique juridique et social. UNESCO. 21 pp.
- Kolstad, Charles. 2001. Economía ambiental. USA: Oxford University press. 458 pp.
- Kopp, Raymond J., Alan J. Krupnick y Michael Toman. 1997. Cost-benefit analysis and regulatory reform: an assessment of the science and art. Washington: Resources for future. 60 pp.

- Leff, Enrique, Exequiel Ezcurra, Irene Pisanty y Patricia Romero Lankao. 2002. La transición hacia el desarrollo sustentable. Perspectivas de América Latina y El Caribe. México: INE UNAM PNUMA. 581 pp.
- Leff, Enrique. 1994. Interdisciplinariedad y ambiente: bases conceptuales para el manejo sustentable de los recursos. En Leff, Enrique. Ecología y capital. Racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable. México: UNAM Siglo XXI. 68 – 123 pp.
- Leff, Enrique. 1994. Sociología y ambiente: formación socioeconómica, racionalidad ambiental y transformaciones del conocimiento. En Leff, Enrique (coord). Ciencias sociales y formación ambiental. Barcelona: Gedisa. pp. 19-70.
- Lenfant, Claude y Nikolai Khaltsev. 2003. Global initiative for Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary. National Heart, Lung, and Blood Institute. World Health Organization. 140 pp.
- Lezama, José Luis. 1993. Sociedad, espacio y población. México: El colegio de México. 182 – 231 pp.
- Limburg, Karin E., Robert V. O'Neill, Robert Constanza y Stephen Barber, 2002. Complex systems and valuation. En Ecological economics. No. 41. 409 – 420 pp.
- Lipietz, Alain. 1974. Le tribut foncier urbain. Circulation du capital et propriété foncière dans la production du cadre bâti. Paris: Françoise Maspero. 290 pp.
- Lipietz, Alain. 1979. El capital y su espacio. México: Siglo XXI. 203 pp.
- Martínez Alier, Joan y Klaus Schlupmann, 1997. La ecología y la economía. México: FCE. 367 pp.
- Martínez Alier, Juan. 1995. Curso básico de economía ecológica. México: Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente. Oficina regional para América Latina y el Caribe. 1- 44 pp.
- Martínez Ana e Isabelle Romieu. 1997. Introducción al monitoreo atmosférico. México: ECO GTZ Departamento del Distrito Federal. 238 pp.
- Martínez, S. 2004. El suelo de conservación del Distrito Federal: costos y oportunidades de su mantenimiento. Tesis de Maestría. Facultad de Economía. México: UNAM.
- Marx, Karl. 1999. El Capital. Crítica de la economía política. México: Fondo de Cultura Económica. Vols. 1-3.
- Ministère de l'Environnement. Direction de l'Eau. 2000. L'eau souterraine, une richesse à partager et à protéger. Francia. 30 pp.
- Monroy, Rafael y Hortensia Colín. 1995. Manejo integrado de recursos. Morelos: UAEM. 148 pp.
- Monroy-Ortiz, Rafael. 2000. La dimensión ambiental en el desarrollo urbano. Tesis de Maestría. Facultad de Arquitectura. México: UNAM.
- Mosha, A. C. 1994. A reappraisal of the urban planning process. Nairobi: United nations centre for human settlements Habitat. 265 pp.
- Negrete, María Eugenia. 1999. Desconcentración poblacional en la región centro de México. Estudios demográficos y urbanos. Vol. 14, No. 2: 322.
- Nordhaus, William D. y Edward C. Kokkelenberg, 2003. Nature's numbers. Expanding the national economic accounts to include the environment. Washington: National Academy Press. 250 pp.

- O'Connor, James. 2001. Causas naturales. Ensayos de marxismo ecológico. México: Siglo XXI. 406 pp.
- O'Meara Molly. 2003. Uniting divided cities. En Bright Chris et. al. State of the world 2003. Nueva York: The World Watch Institute. 130 pp.
- Odum, P. Eugene, 1971. Ecología. México: Interamericana. 639 pp.
- OECD. 1997. Regional development and structural policy in Mexico. pp.
- Office of science, office of fuel energy, US department of energy. 1999. Carbon sequestration. Research and development. EU. 160 pp.
- OMS, 2000. Informe sobre la evaluación mundial del abastecimiento de agua y el saneamiento 2000. 77 pp.
- OMS, 2002. The world health report 2002. Reducing risks, promoting healthy life. Suiza. 232 pp.
- Ordoñez, José A. 1999. Captura de carbono en un bosque templado: el caso de San Juan Nuevo, Michoacán. México: Semarnap. 74 pp.
- Ortega, Vicente et al. 2003. Aspectos geohidrológicos de los acuíferos del estado de Morelos. En Oswald, Úrsula. (ed). El recurso agua en el alto balsas. Cuernavaca: CRIM UNAM. 93 – 107 pp.
- Oswald, Úrsula y Jorge Serrano. 1991. (ed). El recurso agua en el estado de Morelos y sus problemas de contaminación. Cuernavaca: CRIM UNAM. 195 pp.
- Oswald, Úrsula. 2003 (ed). El recurso agua en el alto balsas. Cuernavaca: CRIM UNAM. 563 pp.
- Pichot, Françoise y Jose Ramón Rapado. 1994. La fiscalidad y el medio ambiente. Políticas complementarias. Paris: OCDE. 25 – 37 pp.
- Píres, Pedro. 2000. Servicios urbanos y equidad en América Latina. Un panorama con base en algunos casos. Chile: CEPAL. 89 pp.
- PNUMA, 2001. GEO Latin America and the Caribbean. Environmental outlook 2000. Costa Rica. 114 pp.
- PNUMA, 2002. Perspectivas del medio ambiente mundial GEO-3. Pasado, presente y futuro. Nairobi. 416 pp.
- Polèse, Mario. 1998. Economía regional y urbana. Introducción a la relación entre territorio y desarrollo. Costa Rica: LUR BUAP GIM. 438 pp.
- Portilla, Enrique y Alejandro Zavala. 1990. Oikos. Un diccionario de ecología. México: Universidad Autónoma Metropolitana. 102 pp.
- Pradilla, Emilio. 1984. Contribución a la crítica de la teoría urbana. Del espacio a la crisis urbana. México: Universidad Autónoma Metropolitana. 731 pp.
- Redclift, Michael. 1994. Sustainable development: the concept. En Sustainable development. Exploring the contradictions. 15 – 36 pp.
- Revenga, Carmen et. al. 2000. Pilot analysis of global ecosystems. Freshwater systems. USA: World Resources Institute. 65 pp.
- Revenga, Carmen et. al. 2003. The Watersheds of the World. Washington: IUCN, IWMI, Rasmussen Convention Bureau and WRI. pp.
- Robert, Michel. 2002. Captura de Carbono en los Suelos para un Mejor Manejo de la Tierra. Roma: FAO. 89 pp.
- Rosegrant, Mark W., Ximing Cai, and Sarah A.Cline. 2002. Global Water Outlook to 2025. Averting an Impending Crisis. Washington, D.C: International Food Policy Research Institute. International Water Management Institute. 31. pp

- Ruiz Chiappeto, Crescencio. 1995. Funciones económicas predominantes del sistema metropolitano de México. En Garrocho, Carlos y Jaime Sobrino (coords). Sistemas metropolitanos. Nuevos enfoques y prospectiva. México: El colegio Mexiquense. SEDESOL. 245 - 270 pp.
- SAHOP. 1980. Manual para la elaboración de programas de desarrollo urbano de centro de población. México. 500 pp.
- Saldívar, Américo (coord). 1998. De la economía ambiental al desarrollo sustentable. México: UNAM PUMA. 317 pp.
- Saldívar, Américo y Adrián S. Barrera. 1998. Estimación económica sobre las repercusiones en la salud y el medio ambiente por emisiones contaminantes del transporte en la ZMCM: un análisis costo beneficio. México: UNAM PUMA. En Saldívar, Américo (coord). De la economía ambiental al desarrollo sustentable. 283 – 313. pp.
- Saldívar, Américo. et. al. 2000. Diseño y metodología de una base de datos para crear un sistema de información para evaluar sustentabilidad y ordenamiento ambiental de la ciudad de México. En Saldívar, Américo. et. al. Recursos naturales y desarrollo sustentable. Tomo 3. México: Conserva. Secretaria del Medio Ambiente. pp. 277 – 432.
- Sanchez, Roberto A. 2002. Sustentabilidad urbana, descentralización y gestión local. en Leff, Enrique, Exequiel Ezcurra, Irene Pisanty y Patricia Romero Lankao. 2002. La transición hacia el desarrollo sustentable. Perspectivas de América Latina y El Caribe. México: INE UNAM PNUMA. 581 pp.
- Sarukhán, José y Anne Whyte, 2005. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Millennium Ecosystem Assessment. 46 pp.
- Schlegel, Bastienne, Jorge Ganoso y Javier Guerra. 2001. Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales. Chile: Universidad Austral De Chile. 17 pp.
- Schulze, Meter C., 1999. Measures of environmental performance and ecosystem condition. Washington: National Academy Press. 303 pp.
- Seckler, David et. al. 1998. World water demand and supply 1990 to 2025: scenarios and issues. Sri Lanka: International Water Management Institute. 40 pp.
- Secretaría de desarrollo urbano y vivienda. 1997. Programas delegacionales de desarrollo urbano. 1997 – 2000. Guía para la interpretación de las normas de ordenación. México: Gobierno de la ciudad de México. 61 pp.
- Secretaría de salud, 2002. Salud México 2002. Información para la rendición de cuentas. México. 221 pp.
- SECTUR. 2001. Compendio Estadístico del Turismo en México, 2000. México. 144 pp.
- SEDESOL. 1999. Sistema normativo de equipamiento urbano. México: Secretaría de desarrollo social. Secretaría de desarrollo urbano y vivienda. Dirección general de infraestructura y equipamiento. tomo I – IV. pp.181.
- SEDESOL. 2002. Mediciones de la pobreza. Variantes metodológicas y estimación preeliminar. México. 116 pp.
- Sedjo, Roger y Brent Sohngen. 2000. Forestry Sequestration of CO2 and markets for Timber. Washington: Resources for the future. 86 pp.
- Sistema único de información para la vigilancia epidemiológica. 2003. México: Dirección General de Epidemiología/SSA.

- Sobrino, Jaime. 1992. Tendencias de la urbanización mexicana hacia finales del siglo. En estudios demográficos y urbanos. Vol 7, No. 2: 101 - 137.
- Stig Jørgensen, Henrik. 1997. Acute Stroke Care and Rehabilitation: An Analysis of the Direct Cost and Its Clinical and Social Determinants. The Copenhagen Stroke Study. Dinamarca. 28:1138-1141.
- Stockholm Environment Institute. 2002. Atmospheric environment issues in developing countries. Sweden. 8 pp.
- Taboada, Marisela et al. 1992. Manual sobre temperaturas del estado de Morelos. Morelos: UAEM. Facultad de ciencias biológicas. 96 pp.
- Taboada, Marisela et al. 1993. Manual de precipitación del estado de Morelos. Morelos: UAEM. Facultad de ciencias biológicas. 56 pp.
- The world bank. 1996. Directions in development. Livable cities for the 21st century. Washington. 47 pp.
- The World Bank. 2002. World development report. Sustainable development in a dynamic world. Transforming institutions, growth and quality of life. Washington. DC. 231 pp.
- Tietenberg, Tom. 2000. Environmental and natural resource economics. USA: Addison Wesley. 630 pp.
- Toledo, Alejandro. 1998. Economía de la biodiversidad. México: PNUMA. 273 pp.
- Torres, Juan M. y Alejandro Guevara. 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. En Gaceta Ecológica. Vol. 1, No. 63: 49 – 59.
- UNEP. 2002. Perspectivas del medio ambiente mundial. GEO-3. 416 pp.
- UNEP. 2005. Geo year book. An overview of our changing environment 2004/5.
- UN-HABITAT. 2005. Annual report 2005. Responding to the challenges of an urbanizing world.
- Unikel, Luis. 1978. El desarrollo urbano en México. México: El Colegio de México. 476 pp.
- United Nations Centre of Human Settlements. 2001. Cities in a globalizing world. Global report on human settlements 2001. Nairobi. pp. 280.
- United Nations Environment Programme (UNEP). 2001. World Urbanization Prospects: The 1999 Revision.
- United Nations Population Division (UNPD). 2002. World Urbanization Prospects: The 2001 Revision.
- Valladares, Licia y Magda Prates Coelho. 2001. La investigación urbana en América Latina. Tendencias actuales y recomendaciones. Organización de las naciones unidas para la educación, la ciencia y la cultura. 49 pp.
- Viglizzo, Ernesto F. 2001. La trampa de Malthus. Agricultura, competitividad y medio ambiente en el siglo XXI. Argentina: Eudeba. 189 pp.
- Watson, Robert T. et al. 2001. Resumen para responsables de políticas. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. 38 pp.
- World Health Organization. 1999. Monitoring ambient air quality for health impact assessment. Dinamarca. 216 pp.
- World Health Organization. 2000. Air quality guidelines for Europe. Dinamarca. 288 pp.
- World Health Organization. 2000. Human exposure assessment. Genova. 214 pp.
- World Health Organization. 2003. Health aspects of air pollution with matter, ozone and nitrogen dioxide. Dinamarca. 98 pp.

Yassí, Annalee et al., 2002. Salud ambiental básica. México: INHEM OMS PNUMA.  
550 pp.

## Índice de nombres

- Aguilar, A. G., 20, 100  
Aguilar, Salvador, 71, 73, 102  
Alba, Francisco, 50,  
Alonso, M. S., 100  
Armando Arredondo, 136,  
Ávila-Burgos L., 131, 136,
- Banco de Información  
Económica, 112, 113, 114,  
Banco Interamericano de  
Desarrollo, 8,  
Banco Mundial, 7, 20, 24, 35,  
Barber, Stephen, 25  
Barrera, Adrián S., 45  
Bartelmus, Peter, 31  
Bartone, Carl R., 20  
Baumert, Kevin A., 24  
Benedict, Marc A., 19, 154  
Blanchard, Odile, 27  
Boltvinik, Julio, 77,  
Borja, Jordi, 10  
Boumans, Roelof M. J., 23, 28,  
165  
Brown, Lester, 35  
Burroughs, William, 116,  
Button, Kenneth, 20,
- Cai, Ximing, 8, 24,  
Camagni, Roberto, 151  
Castells, Manuel, 8, 10  
CEPAL, 18, 116,  
Chávez, Ana María, 41, 50,  
Clarkson, Richard, 95  
Cline Sarah A., 8, 24,  
CMCC, 99,  
CNA, 67, 68, 76, 80,  
Colín, Hortensia, 18, 159, 160  
CONAPO, 37, 38, 39, 42, 50,  
51, 69,  
Constanza, Robert, 23, 28,  
Cortés, 91
- DATATUR, 128, 129, 130, 131,  
De Groot, Rudolf S., 23, 28, 65  
De la Luz, Guadalupe, 85, 117  
De Villiers, Marq, 11, 67  
Delgadillo, Javier, 19  
Desarrollo urbano y obras  
públicas.  
DeVries, Jaap, 9  
Deyes, Kathryn, 95  
Diario oficial de la federación,  
77, 118, 154  
Díaz, Porfirio, 72  
Direction de l'Eau., 71
- Dooner, Cecilia, 9  
Duvernard, Jean, 48
- Earth system science  
partnership, 67  
Emelianoff, Cyria, 18,  
Engels, F., 11, 13,  
Enkerlin, Ernesto, 21,  
EPA, 31, 34, 35  
Ezcurra, Exequiel, 27,
- Farrow, Scott, 29, 30  
Fausold Charles J., 19, 163  
Field, C. Barry, 28, 29,  
Field, Martha K., 30, 37,  
FNUAP, 8  
FPNU, 7, 42, 43  
Freeman, A. Myrick, 98,
- Ganoso, Jorge, 107  
García, Benjamín, 25,  
García, Bernardo, 48  
García, Enriqueta, 21, 22, 101  
Gardner, John, 132  
Garza, Gustavo, 50,  
Giannias, Dimitirus, 19  
Giglio, Nicolo, 7, 19  
Gitay, Habiba, 20  
Gobierno del Distrito Federal,  
8.  
Gobierno de la ciudad de  
México, 69  
Gobierno del Estado de  
Morelos, 53, 54, 55, 70, 71, 75,  
76, 77, 78, 79, 83, 84, 86, 118,  
130, 138, 139, 146, 158,  
Graizbord, Boris, 20, 100,  
Grupo Intergubernamental  
de  
Expertos sobre el Cambio  
Climático, 18, 23,  
Guadarrama, Julio, 41, 50,  
Guerra, Javier, 107  
Guevara, Alejandro, 94, 95,  
96,  
Guha, Ramachandra, 29,  
Gutierrez, Victor, 118,
- H. Cámara de diputados, 43,  
44  
HABITAT, 7, 41, 42,  
Hacke Werner, 119, 120, 121,  
122  
Hareng, Erin, 132,  
Haupt, Arturo, 36,  
Hernández, Alicia, 48  
Hernández, Enrique, 77  
Hough, Michael, 19

Houghton, John T., 25,  
 Hueting, Roefie, 65  
 Humboldt, 48,  
  
 IMSS, 128, 129, 130, 132,  
 INEGI, 39, 40, 44, 47, 48, 49, 51,  
 52, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 66,  
 69, 73, 74, 79, 80, 81, 82, 83, 84,  
 89, 90, 91, 92, 93, 100, 111, 112,  
 123, 124, 125, 140, 143, 146,  
 Institut for Miljøvurdering, 7  
 International Institute for  
 Environment and  
 Developement, 30, 144  
 ISSTE, 129, 130, 132,  
  
 Jauregui, Ernesto, 100  
 Jordan, Ricardo, 18,  
  
 Keller, E.A., 72  
 Khaltaev, Nikolai, 116  
 Kharoufi, Mostafa, 10, 12,  
 Kokkelenberg, Edward C., 25  
 Kolstad, Charles, 25,  
 Kopp, Raymond J., 28,  
 Krupnick, Alan J., 28,  
  
 Leff, Enrique, 27,  
 Lenfant, Claude, 116  
 Lezama, José Luis, 9  
 Lilieholm, Robert J., 176  
 Limburg, Karin E., 23, 28  
 Lipietz, Alain, 10, 12, 14  
 Llosa, Silvia, 27  
  
 Maldonado, Druzo, 48  
 Martínez Alier, Joan, 18, 25  
 Martínez, Ana, 119, 121, 122,  
 Martínez, S, 7  
 Marx, Karl, 8, 10, 11, 27,  
 Mazari, Manuel, 48  
 McMahon, Edward T., 168  
 Ministère de l'Environnement.,  
 68  
 Monroy, Rafael, 18, 159, 160,  
 Monroy-Ortiz Rafael, 74  
 Montero Cecilia, 9  
 Mosha, A. C., 20,  
  
 Negrete, María Eugenia, 40,  
 50,  
 Newell, Richard, 144  
 Nordhaus, William D., 25  
  
 O'Connor, James, 10, 14, 25,  
 147  
 O'Meara, Molly, 18  
 O'Neill, Robert V., 23, 28,  
  
 OCDE, 40  
 Odum, P. Eugene, 23  
 Office of fuel energy, 94, 95,  
 96,  
 Office of science, 94, 95, 96,  
 OMS, 116, 117, 120  
 Ordoñez, José A., 95  
 Orellana, Ignacio, 48  
 Ortega, 70, 72, 75, 76  
 Oswald, Ursula, 102, 130, 152,  
  
 Parra, Constanza, 9  
 Periódico oficial, 59, 80, 81,  
 111  
 Perkaus, James F., 27  
 Pinchot, Françoise, 25,  
 Pires, Pedro, 18, 20  
 Pisanty, Irene, 27,  
 Pizer, William, 168  
 PNUD, 7,  
 PNUMA, 116, 42, 134  
 Polèse, Mario, 25, 40,  
 Portilla, Enrique, 43,  
 Pradilla, Emilio, 8, 9, 11, 12, 14  
 Prates, Coelho Magda, 10  
  
 Rapado, Jose Ramón, 29,  
 Red de desarrollo sustentable  
 Mesoamericana, 26  
 Redclift, Michael, 27,  
 Revenga, Carmen, 67, 69, 70,  
 71,  
 Robert, Michel, 95,  
 Romero, Patricia, 27,  
 Romieu, Isabelle, 119, 121,  
 122,  
 Rosegrant, Mark W., 8, 24,  
 Ruiz Chiappeto, Crescencio,  
 50, 51  
  
 SAHOP, 15  
 Sarukhán, José, 35  
 Saldívar, Américo, 45  
 Sánchez, Álvaro, 20, 100,  
 Sánchez, Roberto A., 7, 14, 18  
 Schlegel, Bastienne, 95,  
 Schlupmann, Klaus, 18  
 Schulze, Meter C., 25  
 SCT, 87, 109,  
 Seckler, David, 66, 67, 70,  
 Secretaria de desarrollo  
 urbano y vivienda, 24, 87  
 Secretaria de salud, 129, 130,  
 132  
 SECTUR, 108, 109, 110, 124,  
 SEDESOL, 8, 20, 77, 81, 138,  
 SEDESOL, 8  
 Sedjo, Roger, 95

SEMARNAT, 38  
SEMARNAP, 85, 86, 87, 88, 117  
Simioni, Daniela, 9, 20  
Sistema único de información  
para la vigilancia  
epidemiológica, 125, 126, 127,  
128, 133,  
Sobrino, Jaime, 41,  
Sohngen, Brent, 107  
Stig Jørgensen, Henrik, 154  
Stockholm Environment  
Institute, 8, 116

Tejeda, Alberto, 101  
Taboada, Marisela, 102, 103,  
104, 105, 106, 107, 113, 114,  
Tietenberg, Tom, 21, 25, 26, 30,  
32,  
Toledo, Alejandro, 23, 26  
Toman, Michael, 28,  
Torres, Juan M., 94, 95, 96,

UN-HABITAT, 35, 36, 37  
UNEP, 8, 35, 37, 144  
UNICEF, 8  
Unikel, Luis, 20, 54, 59,  
US department of energy, 94,  
95, 96,

Valladares, Licia, 10  
Viglizzo, Ernesto F., 18, 172

Watson, 99  
Watson, Robert T., 20  
Wilson, Mathew A., 23, 28, 65,  
Whyte, Anne, 35

Yassi, Annalee, 24, 57,

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Características económicas de la ciudad y efectos ambientales.	13
Cuadro 2. Población y efectos ambientales.	13
Cuadro 3. Estructuración urbana y efectos ambientales	14
Cuadro 4. Factores físicos del estado de la atmósfera	22
Cuadro 5. Factores humanos que afectan el estado de la atmósfera.	23
Cuadro 6. Funciones y servicios ambientales.	24
Cuadro 7. Funciones ambientales de interés urbano.	24
Cuadro 8. Sistema económico y ambiente.	25
Cuadro 9. Métodos económicos de valoración ambiental.	26
Cuadro 10. Categorías de beneficios.	33
Cuadro 11. Indicadores de concentración urbana.	36
Cuadro 12. Concentración de población por categoría de ciudad en México.	38
Cuadro 13. Región de conurbación del centro del país (RCCP).	39
Cuadro 14. Principales actividades económicas por estado	40
Cuadro 15. Participación económica por actividad. 1970- 2000.	41
Cuadro 16. Actividades económicas en la región centro del país..	41
Cuadro 17. Concentración urbana por estado	44
Cuadro 18. Subsectores y ramas predominantes por actividad económica	49
Cuadro 19. Delegaciones administrativas.	55
Cuadro 20. Beneficios económicos en usos del suelo comerciales y habitacionales.	60
Cuadro 21. Categorías de beneficios según tipo de políticas	65
Cuadro 22. Disponibilidad estándar que afecta el funcionamiento económico y social.	67
Cuadro 23. Presión en la oferta potencial de agua en Balsas y Lerma santiago.	69
Cuadro 24. Ciudades de más de 100000 habitantes en la cuenca del Balsas.	69
Cuadro 25. Presión en la oferta potencial de agua.	71
Cuadro 26. Área urbanizada por sector en el municipio de Cuernavaca.	74
Cuadro 27. Porcentaje de ocupación de agua por actividad económica en Morelos.	75
Cuadro 28. Porcentaje de uso de agua por tipo de actividad en Cuernavaca.	75
Cuadro 29. Categorías del uso habitacional según sus densidades de población.	78
Cuadro 30. Características de la demanda según área y población ocupada.	79
Cuadro 31. Volumen infiltrado por tipo de uso del suelo en Cuernavaca.	83
Cuadro 32. Demanda de agua según uso del suelo	83
Cuadro 33. Oferta de agua según uso del suelo	84
Cuadro 34. Volumen estimado de contaminantes atmosféricos en Cuernavaca (ton/año).	86
Cuadro 35. Características y servicio de las vialidades.	87
Cuadro 36. Tipos de vegetación y área ocupada en el municipio de Cuernavaca (ha).	89
Cuadro 37. Costos de captura por tipo de vegetación.	96
Cuadro 38. Volumen de contaminación atmosférica por elemento en México.	117
Cuadro 39. Concentración y frecuencia de contaminantes en Cuernavaca.	118
Cuadro 40. Concentraciones que ocasionan efectos en la salud	119
Cuadro 41. Concentraciones que ocasionan efectos en la salud.	120
Cuadro 42. Incremento de casos con los cambios en las concentraciones de ozono	121
Cuadro 43. Concentraciones que ocasionan efectos en la salud	122
Cuadro 44. Enfermedades asociadas a contaminantes atmosféricos.	123
Cuadro 45. Incremento de enfermedades asociadas a la contaminación atmosférica por año.	130
Cuadro 46. Frecuencia y concentración de contaminación en Cuernavaca.	130
Cuadro 47. Costos directos e indirectos derivados de las enfermedades	131
Cuadro 48. Costos directos e indirectos por tipo de enfermedad.	132
Cuadro 49. Casos de mortalidad por tipo de enfermedad por año	132
Cuadro 50. Morbilidad por año.	133
Cuadro 51. Mortalidad y costos por año (miles de pesos).	133
Cuadro 52. Morbilidad y costos por año (miles de pesos).	133

Cuadro 53. Área reservada para el crecimiento urbano.	139
Cuadro 54. Tendencias reales del crecimiento urbano y políticas	140
Cuadro 55. Beneficios de conservar el área libre de urbanización (miles de pesos).	142
Cuadro 56. Beneficios económicos de usos comerciales y habitacionales (miles de pesos).	143
Cuadro 57. Beneficios netos de la conservación y tendencias (miles de pesos).	145
Cuadro 58. Instrumentos de organización territorial.	147
Cuadro 59. Bases económicas de la ocupación espacial en Cuernavaca y sus efectos.	156
Cuadro 60. Políticas generales propuestas.	157
Cuadro 61. Políticas propuestas por uso del suelo.	158

## Índice de gráficas

Gráfica 1. Porcentaje de población urbana por continente en el 2000.	36
Gráfica 2. Tendencias de urbanización por continente de 1950 al 2000.	37
Gráfica 3. Porcentaje de población y tasa de urbanización de México y mundialmente.	37
Gráfica 4. Concentración de población por categoría ciudad.	38
Gráfica 5. Población urbana por entidad.	42
Gráfica 6. Ciudades con más de 100000 habitantes por estado.	42
Gráfica 7. Densidad de población urbana por área urbana por entidad.	43
Gráfica 8. Comparación de los indicadores de concentración de población por estado.	44
Gráfica 9. PIB por sector en Cuernavaca	47
Gráfica 10. Población económicamente activa por rama de actividad	48
Gráfica 11. Crecimiento de población y área urbana en Cuernavaca.	51
Gráfica 12. Porcentaje de ocupación del suelo municipal según uso.	53
Gráfica 13. Tendencias de ocupación del suelo según uso.	54
Gráfica 14. Área agroforestal por delegación	56
Gráfica 15. Área libre de urbanización por delegación	56
Gráfica 16. Área urbanizada por delegación	57
Gráfica 17. Incremento de los beneficios económicos de los usos del suelo predominantes en términos absolutos.	61
Gráfica 18. Incremento del área urbana y de los beneficios económicos de los usos del suelo predominantes en términos relativos	61
Gráfica 19. Categorías de beneficios según tipo de políticas	66
Gráfica 20. Extracción total de agua por región hidrológica administrativa.	68
Gráfica 21. Extracción según tipo de actividades.	68
Gráfica 22. Área urbanizada por sector en el municipio de Cuernavaca.	73
Gráfica 23. Cubierta forestal en Cuernavaca.	74
Gráfica 24. Recarga media anual y demanda agregada de agua para el 2010.	76
Gráfica 25. Ocupación según usos del suelo.	77
Gráfica 26. Población económicamente activa por subsector en Cuernavaca.	79
Gráfica 27. Distribución de la población ocupada según ingreso mensual.	80
Gráfica 28. Tarifas y rangos de consumo doméstico por ciudad.	80
Gráfica 29. Área sin urbanizar según uso del suelo.	81
Gráfica 30. Contaminación atmosférica según tipo de actividad.	85
Gráfica 31. Contaminación ocasionada por el consumo de combustibles fósiles.	86
Gráfica 32. Principales fuentes de contaminación atmosférica en Cuernavaca.	86
Gráfica 33. Proporción de autos por habitantes y área urbana.	87
Gráfica 34. Volumen anual por elemento por ciudad en 1999.	88
Gráfica 35. Proporción de área libre de urbanización y área urbana Cuernavaca.	89
Gráfica 36. Capacidad de captura de carbono.	94
Gráfica 37. Volumen de captura de carbono según tipo de vegetación.	94
Gráfica 38. Volumen capturado según tipo de vegetación	95
Gráfica 39. Ocupación por uso del suelo.	100
Gráfica 40. Temperatura máxima y mínima media anual en Cuernavaca -1930, 2000-.	102
Gráfica 41. Oscilación de temperaturas extremas y crecimiento urbano en Cuernavaca -1930, 2000-.	103
Gráfica 42. Temperatura máxima y mínima media anual en Cuernavaca -1930, 2000-.	103
Gráfica 43. Oscilación térmica en Cuernavaca -1930, 2000-., -.	104
Gráfica 44. Oscilación térmica y crecimiento urbano en Cuernavaca -1930, 1990-.	105
Gráfica 45. Oscilación térmica y deforestación en Cuernavaca -1930, 1990-.	105
Gráfica 46. Precipitación media anual en Cuernavaca -1930, 1990-.	106
Gráfica 47. Precipitación media anual y crecimiento urbano en Cuernavaca -1930, 1990-.	106
Gráfica 48. Precipitación media anual y deforestación en Cuernavaca -1930, 1990-.	107
Gráfica 49. Máxima precipitación por mes en Cuernavaca -1930, 1990	107
Gráfica 50. Porcentaje de visitantes por municipio en Morelos en el 2000.	108
Gráfica 51. Llegada de turistas nacionales por mes a Cuernavaca.	109

-.

Gráfica 52. Llegada de turistas extranjeros por mes a Cuernavaca.	110
Gráfica 53. Ocupación hotelera por mes en Cuernavaca.	110
Gráfica 54. Actividades económicas asociadas al turismo.	111
Gráfica 55. Aportación económica de las actividades asociadas al turismo en términos absolutos.	112
Gráfica 56. Aportación económica de las actividades asociadas al turismo en términos reales.	112
Gráfica 57. Oscilación térmica y de la aportación de las actividades turísticas al PIB.	113
Gráfica 58. Oscilación del estado del tiempo y aportación de las actividades turísticas al PIB	113
Gráfica 59. Precipitación y aportación de las actividades turísticas al PIB	114
Gráfica 60. Volumen de contaminación atmosférica por elemento	117
Gráfica 61. Principales causas de mortalidad.	123
Gráfica 62.. Mortalidad por enfermedad por mes en 1997.	124
Gráfica 63. Mortalidad por enfermedad por mes en 1998.	124
Gráfica 64.. Mortalidad por enfermedad por mes en 1999.	124
Gráfica 65. Mortalidad por enfermedad por mes en 2000.	125
Gráfica 66. Ingreso hospitalario por infecciones respiratorias agudas.	125
Gráfica 67. Ingresos hospitalarios por infecciones respiratorias agudas.	126
Gráfica 68. Incidencia de enfermedades agudas respiratorias 1998-2002.	126
Gráfica 69. Meses de mayor incidencia de neumonías -1998 a 2002-.	127
Gráfica 70. Enfermedades agudas respiratorias por grupo de edad -1994 a 2002-.	127
Gráfica 71. Neumonías y bronconeumonías por grupo de edad -1998 a 2002	128
Gráfica 72. Asma por grupo de edad -1998 a 2002-.	128
Gráfica 73. Ingreso hospitalario según tipo de enfermedad en el 2002.	129
Gráfica 74. Gasto por morbilidad (miles de pesos)..	134
Gráfica 75. Gasto por mortalidad (miles de pesos).	134
Gráfica 76. Gráfica 76. Población-crecimiento urbano y beneficios económicos para el 2020.	146

## Índice de planos

Plano 1. Concentración en la región de conurbación del centro del país -RCCP-.	39
Plano 2. Región de conurbación del centro del país.	40
Plano 3. Localización de Cuernavaca.	47
Plano 4. Área urbana en Cuernavaca en 1903 -1953.	51
Plano 5. Área urbana en Cuernavaca en 1953 - 1993.	52
Plano 6. Delegaciones en Cuernavaca.	55
Plano 7. Área libre de urbanización en el municipio de Cuernavaca.	58
Plano 8. Hidrología subterránea del estado de Morelos.	72
Plano 9. Área urbana y área libre de urbanización en Cuernavaca.	81
Plano 10. Agricultura periurbana.	90
Plano 11. Agricultura urbana.	91
Plano 12. Bosque.	91
Plano 13. Vegetación riparia.	92
Plano 14. Área libre de urbanización con vegetación exótica.	93
Plano 15. Área libre de urbanización sin ningún tipo de vegetación.	93