

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento demográfico y el acelerado proceso de la urbanización observado en las últimas décadas han provocado una gran problemática de degradación ambiental a nivel mundial, a lo cual México no está ajeno, enfrentando actualmente importantes desafíos en esta materia. En particular, por el uso inadecuado e ineficiente del agua, relacionado con el esquema existente de la gestión del recurso hídrico en el país, orientado históricamente a la satisfacción de la demanda del agua por parte de la población y calculada en relación directa con el crecimiento demográfico, vía acciones puramente técnicas sin perspectiva ecosistémica a largo plazo, se ha afectado su disponibilidad natural en términos de la calidad y de la cantidad del recurso y, en general, del ciclo hidrológico (distribución de los padrones espaciales y temporales) a diferentes escalas: local, regional y global. De esta forma, el costo de administrar el agua se tradujo con el tiempo en el aumento de la presión sobre los recursos hídricos, tanto subterráneos (por sobreexplotación de acuíferos), como superficiales (por la transferencia del agua de unas cuencas a otras, y en la modificación de cauces naturales mediante la construcción de obras hidráulicas, las descargas de aguas residuales), además del fuerte problema de contaminación del agua.

Se cree que para recuperar la situación inicial es necesario repensar y reorganizar todo el sistema de la gestión actual hacia la incorporación de los principios ecológicos y de integralidad. Se piensa en un nuevo sistema que considere la interacción del medio físico con el social, el económico, el tecnológico y el político-institucional en términos de la gestión dirigida hacia la oferta por la disponibilidad natural del recurso y por el uso sustentable del recurso. Esto ha sido adoptado a nivel internacional desde principios de los años setenta y ha ido reflejándose en la firma de múltiples tratados internacionales (Ramsar, 1971; PNUMA, 1972; CAMA, 1992, entre otros) y en la elaboración y adaptación de medidas y acciones concretas (Agenda 21, 1992; Ramsar, 2002; CRD Y UNEP, 2000) con la intención de poner el énfasis en la gestión ecosistémica e integral de recursos naturales. Esto se refiere a la interacción entre todos los factores

físicos de la naturaleza dentro de la cadena aire-agua-suelo con toda la biodiversidad que ésta soporta (la flora y la fauna) y, además, incorpora los factores antrópicos (los seres humanos con sus actividades), que influyen en el cambio ambiental. Esta iniciativa busca equilibrar los intereses del desarrollo económico de los países (con extracción y uso de recursos naturales) con el funcionamiento físico de la misma naturaleza, y en particular con el ciclo natural de regeneración de los ecosistemas, productores de distintos servicios ambientales para la humanidad.

Para responder a estas necesidades y apoyar al proceso de implementación del enfoque ecosistémico e integral del manejo de recursos naturales en México y, en este caso, de los recursos hídricos, se cree que el diseño de nuevas y la evaluación de actuales acciones y medidas estructurales y no-estructurales debe estar basado en el conocimiento riguroso de la situación ecológica de un territorio dado, y para esto debe contar con la información ambiental sólida suficiente (obtenida por medio de la realización del monitoreo ambiental de la calidad del aire; de la cantidad y la calidad del agua; del uso del suelo y de la biodiversidad), con el uso del dato correcta y eficientemente, integrando la parte social y la económica en el análisis.

## MARCO TEÓRICO

El concepto metodológico del sistema de monitoreo ambiental en sí supone un sistema integral de seguimiento continuo de observaciones y mediciones de diferentes características del ambiente natural, para su posterior evaluación y pronóstico de los cambios experimentados bajo la influencia antrópica y de los factores naturales (Belousova *et al.*, 2006). Es importante comentar que este concepto no es reciente. Según Gorman y Conway (2005), las sociedades preagrícolas y agrícolas practicaban, aunque en forma primitiva, observaciones de la naturaleza, con el fin de tener apoyo en sus actividades cotidianas. Por ejemplo, observaban el desplazamiento de las aves y de los animales, el crecimiento de las plantas, la fertilidad de las tierras, los ciclos temporales del año, el cambio de día y noche; todo lo que se ha reflejado posteriormente en las tradiciones culturales en diferentes partes del mundo (Rappaport, 1968). Pero fue sólo en el periodo de 1880-1920 cuando la humanidad empezó a darse cuenta del grado de la contaminación y de los cambios radicales en la naturaleza provocados por

\* Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales, El Colegio de México.

la actividad económica. Se realizaron los primeros monitoreos de la calidad ambiental, así como las mediciones de la calidad del agua en varias ciudades de Estados Unidos (Melosi, 2001). Finalmente, en los años sesenta, dado el severo deterioro y la crítica situación ambiental en prácticamente todo el mundo, debidos a la descontrolada industrialización, a las prácticas altamente consumidoras y al uso irracional de los recursos naturales, fue reconocida la necesidad e importancia de contar con registros históricos de observación ambiental con el propósito de analizar las causas de las modificaciones ocurridas y de buscar las soluciones adecuadas. Esta situación impulsó el establecimiento de las redes de monitoreo en el plano internacional (Meadows *et al.*, 1972).

Es importante considerar que el concepto de monitoreo es mucho más amplio que un simple aspecto técnico de la observación ambiental por ser

- Un sistema sociotecnológico en el que participan científicos, ingenieros, políticos, administradores.
- De interés interinstitucional por abarcar intereses de las instituciones sociales, políticas, económicas, y de regularización ambiental, ordenamiento territorial, política energética y hasta de seguridad nacional.
- Un concepto que evoluciona continuamente, incluyendo nuevos aspectos; según se amplía el conocimiento científico, surgen modernizaciones en la tecnología y modificaciones en las leyes y normas.
- A escala global, regional y local, el monitoreo puede ser visto espacial y temporalmente (considerando la perspectiva histórica de los cambios); en la escala espacial intervienen dos subdivisiones territoriales: limitación administrativa (límites municipales, estatales y federales) y administración natural (cuencas hidrográficas, acuíferos).

Normalmente el sistema de monitoreo ambiental está constituido por varios subsistemas (o bloques) de medición de diferentes componentes de la naturaleza, como son la atmósfera, la biosfera, la hidrosfera y la litosfera. Se evalúan las siguientes características: la calidad del aire, la climatología, la calidad y la cantidad del agua superficial y subterránea, la sedimentación de los cauces, la química y el uso del suelo.

De la eficiencia del funcionamiento del sistema de monitoreo ambiental, su actualización, integración, confiabilidad de los datos, continuidad de las mediciones en el tiempo y espacio y representatividad de las estaciones, depende la calidad de la información base que se ofrece para ser procesada con diferentes fines, tanto dentro de la academia (proyectos de investigación científica), así como para la sociedad (acciones de divulgación, de conocimiento y formación de conciencia ambiental) y para distintas tareas de la gestión del recurso; por

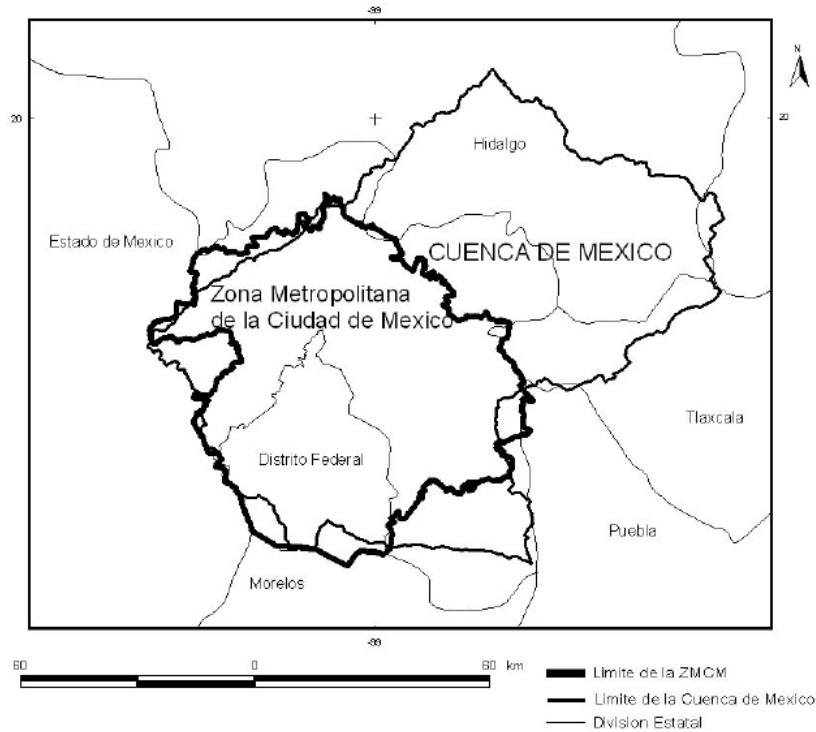
ejemplo, en el diseño y en la evaluación de las políticas públicas en materia ambiental, en especial de los planes y acciones concretos de manejo de recursos naturales implementados a nivel federal, estatal, regional y local. De la eficiencia (física, económica y social) del uso del dato obtenido del monitoreo ambiental depende en cierto grado, además de considerar las específicas condiciones sociopolíticas, económicas e institucionales de cada región en particular, entre otras cosas, el éxito de estos programas y acciones.

En particular, entre los objetivos principales del monitoreo hidroclimatológico se encuentra el uso del dato obtenido (volumen, caudal y nivel del agua, su calidad físico-química, sedimentación de cauces y cuerpos de agua) en los cálculos de disponibilidad del agua, regionalización cartográfica del escurrimiento, pronósticos hidrológicos a corto, mediano y largo plazo, modelación matemática del comportamiento físico del ciclo hidrológico, cálculos necesarios para realizar distintos proyectos hidroeléctricos, proyectos de infraestructura de agua potable y alcantarillado, y también para detectar los cambios en las condiciones hidroclimatológicas bajo influencia antrópica, incluyendo el cambio climático. De la cantidad y calidad de información hidroclimatológica (en tiempo y espacio) y de su uso adecuado y eficiente depende el beneficio social, económico, político y ambiental de medidas y programas de gestión que se tomen a partir de los resultados obtenidos de los cálculos. De este modo se cree que el sistema de monitoreo ambiental tiene un lugar de crucial importancia en la organización administrativa del proceso de la gestión integral y ecosistémica de los recursos naturales y es una herramienta indispensable en los programas de seguimiento y control (Sors, 1987; Rockefeller Foundation, 1977) de acciones ambientales, donde el uso del dato de observación ambiental y su eficiencia son puntos claves para lograr un manejo de recursos naturales más sustentable.

## ZONA DE ESTUDIO

Para la investigación propuesta ha sido adoptado el caso de la cuenca del Valle de México por representar un ejemplo claro de mayor vulnerabilidad multifactorial a nivel nacional de un ecosistema modificado (socialmente construido), donde las condiciones naturales han sido cambiadas bajo influencia antrópica en forma irreversible, donde el sistema sigue funcionando sólo bajo el dominio de los mismos factores antrópicos, enfrentando en la actualidad cruciales desafíos en materia ambiental. El nuevo sistema altamente dependiente de la actividad humana y, además, sin poder regenerar las condiciones ambientales originarias (Reboratti, 1999) genera respuestas negativas inmediatas a mediano y largo plazo (por los efectos de la contaminación y del deterioro ambiental) sobre la población, en términos de afectaciones a la salud humana y a la infraestructura urbana.

**Mapa 5.1**  
**Cuenca del Valle de México, Distrito Federal y la ZMCM**



Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] 2005, mapa 1.13

Se ha decidido trabajar a escala de cuenca hidrográfica por ser aprobada a nivel internacional como la unidad natural más adecuada para el manejo de los recursos hídricos dentro del enfoque de la gestión integral del agua (INE, 2006). En respuesta a esta iniciativa, en México, a partir de la Ley de Aguas Nacionales de 1994, se han creado los consejos, comisiones y comités de cuenca como órganos de concertación para la administración del recurso hídrico en su estructura vertical (Arellano, 2005). Actualmente, en el país funcionan veinticinco consejos de cuenca, diecisiete comisiones y veintidós comités de cuenca. En forma paralela a este proceso, el territorio mexicano ha sido subdividido en trece regiones hidrológicas administrativas (RHA), donde la cuenca del Valle de México forma parte de la RHA XII (Organismo de Cuenca de Aguas del Valle de México), y en treinta y siete regiones hidrológicas con criterios de delimitación más apegados a los límites naturales de las cuencas hidrográficas (CONAGUA, 2008).

Cabe resaltar que, como espacio natural, la cuenca del Valle de México se caracteriza por ser una cuenca endorreica (cerrada) con una superficie de 9,600 km<sup>2</sup>, ubicada a una altura promedio de 2,240 msnm y rodeada por grandes sierras mayores a 4,000 msnm. Originalmente, esta zona contaba con un sistema de lagos someros de una composición química muy particular (agua dulce en los lagos de Chalco y Xochimilco, y

agua salobre en el lago de Texcoco), los cuales se unían en épocas de lluvia, formando en algunas ocasiones un solo espejo de agua; ya desecados y sustituidos por áreas urbanas durante los últimos seis siglos (“Lagos...”, 2004).

Ahora, prácticamente la mitad del territorio de la cuenca, sobre todo en su parte sur, cubre la zona metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), uno de los fenómenos extraordinarios del desarrollo urbano a nivel mundial, integrante de las veinte megaciudades del planeta y de cuatro ubicadas en América Latina. Está constituida por dieciséis delegaciones del Distrito Federal (DF) y por treinta y cinco municipios conurbados del Estado de México (INEGI y SMA, 2005) (mapa 5.1). La extensión territorial de la ZMCM es de 4.9 mil km<sup>2</sup> (cerca de 0.3% del territorio nacional) y la población habitante es alrededor de 20 millones (20% del total del país).

En el contexto geográfico, la ZMCM se localiza en la parte este del Sistema Neovolcánico Transversal Mexicano, formando parte de la región fisiográfica llamada Eje Neovolcánico (INEGI y SMA, 2005) y del ecosistema de bosque templado. El clima varía del templado al semifrío por encontrarse en la cobertura del Trópico de Cáncer y alcanzar en su extremo sur la región neártica, por lo cual se puede decir que la zona de estudio se encuentra en condiciones climáticas y de biodiversidad favorables. Sin embargo, la región centro del país está considerada con la

disponibilidad natural de agua más baja de México, con 1,734 m<sup>3</sup>/hab/año, un índice alto de presión para el recurso (CONAGUA y SEMARNAT, 2008).

En términos sociopolíticos y económicos, la ZMCM concentra el poder político y económico del país, generando un 32% del producto interno bruto (PIB) de México (CONAGUA y SEMARNAT, 2006b) y concentrando las oficinas centrales de las quinientas industrias más grandes de México y de los gobiernos federal, estatal (DF y Estado de México) y local (delegaciones del DF y municipios conurbados). Por esas características y por los atractivos que la ciudad ofrece a la gente en el ámbito laboral, cultural, tecnológico e institucional, al igual que otras grandes ciudades del país, existe un continuo flujo migratorio hacia la ciudad y sus zonas conurbadas en búsqueda de mejores oportunidades. Esta situación, junto con el crecimiento demográfico dentro de la zona metropolitana, representa un fenómeno de expansión urbana en términos espaciales hacia la periferia de la ciudad, transformando el territorio a centenas de kilómetros alrededor, cambiando las características naturales del paisaje original y, en consecuencia, los procesos físicos del funcionamiento natural del ecosistema.

Se cree que precisamente en la interacción de estos tres factores, la gran concentración poblacional, el alto índice de desarrollo económico y político y las condiciones geográficas específicas de una cuenca lacustre, se produce toda la complejidad de la problemática social, económica, tecnológica y ambiental de la ZMCM, misma que se refleja en una diversidad de problemas de migración, desempleo, pobreza, tráfico de personas, corrupción, delincuencia, alcoholismo, de salud y deterioro ambiental en todo el territorio de la cuenca.

### PROBLEMÁTICA LOCAL

Los problemas más comunes y reconocidos del deterioro ambiental en la cuenca del Valle de México, provocados por la actividad humana, son la contaminación del aire (por emisiones del transporte e industrias); la contaminación del agua (por descarga directa de desechos domésticos, industriales y agrícolas); la contaminación del suelo (por depósito de basura, lluvias ácidas, uso de agroquímicos); el hundimiento del suelo (por sobreexplotación de agua subterránea y construcciones pesadas); el cambio de régimen hidrológico de la cuenca, reflejado en la disminución de la disponibilidad natural del agua subterránea (por el cambio de uso del suelo y de la vegetación originaria que provocan modificaciones en los padrones de infiltración y por extracción ineficiente del agua subterránea); así como el aumento del número y extensiones de las inundaciones en la zona urbana (relacionados con compactación y hundimiento diferencial del suelo por extracción del agua subterránea, servi-

cio deficiente del sistema de drenaje, construcciones poblacionales en zonas de alto riesgo) y contaminación del agua.

El organismo responsable de administrar las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes a nivel federal es la CONAGUA. También es responsable de llevar a cabo el monitoreo hidroclimatológico a nivel federal; éste se realiza bajo la jurisdicción de la Subdirección General Técnica de las Gerencias de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos, Aguas Subterráneas, Saneamiento y Calidad del Agua. Consiste en hacer las observaciones de la calidad y cantidad del agua superficial y subterránea en las estaciones hidrométricas, en los pozos-piloto y en los puntos de medición de la calidad del agua, respectivamente. Sin embargo, a nivel de la ZMCM, en el monitoreo hidroclimatológico se cruzan las funciones de otras organizaciones:

- Organismo de Cuenca de Aguas del Valle de México, CONAGUA, con 19 estaciones hidrométricas (CONAGUA, 1999).
- Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua, CONAGUA, con 39 puntos de monitoreo de la calidad del agua en la RHA XIII.
- Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM) con 78 estaciones pluviométricas de la Unidad Tormenta; Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) del Gobierno de Distrito Federal (GDF) con 29 estaciones pluviométricas y una amplia red de monitoreo de la calidad del agua.
- Red Meteorológica del Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México con 15 estaciones climatológicas.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN) con registro de 99 estaciones climatológicas.
- Otros (academia, laboratorios especializados y organizaciones no gubernamentales [ONG] con instalación de estaciones de monitoreo para las necesidades de proyectos específicos de investigación y/o de consulta).

Este esquema de responsabilidades refleja la complejidad de la estructura general de la gestión del agua en México, que se realiza a tres niveles de gobierno: 1. federal (SEMARNAT, organismos de cuenca, CONAGUA, SMN, Comisión Federal de Electricidad); 2. estatal (direcciones locales en estados, CONAGUA, sistemas de aguas de algunas ciudades); 3. municipal (delegaciones del DF y/o gobiernos municipales, organismos operadores de los sistemas de agua potable y saneamiento en municipios conurbados, organizaciones no gubernamentales, patronatos). La problemática principal estriba en las limitaciones relacionadas con la confiabilidad de los datos obtenidos del monitoreo, con la suficiencia, compatibilidad y eficiencia del uso de la información. Entonces, es necesario lograr que el mo-

nitoreo sea estandarizado, modernizado, adecuado en términos económicos de obtención del dato, y útil en el sentido del uso de la información; continuo en el tiempo y el espacio. Se requiere preparar cuadros profesionales; realizar más investigaciones en el tema del uso del dato obtenido del monitoreo para las tareas de la gestión del agua; integrar la información oficial y alternativa, fortaleciendo los vínculos de la colaboración intra e interinstitucional; considerar los aspectos sociales y económicos como parte indispensable del análisis (por medio del uso de indicadores ambientales de interés social y económico).

Los desafíos que enfrenta la ZMCM en materia ambiental requieren el desarrollo e implementación de estrategias innovadoras en la solución integral de la problemática, incluyendo acciones políticas, legislativas y tecnológicas dirigidas hacia los principios de sustentabilidad en el manejo de los recursos naturales (referidos al análisis de la situación ecológica actual con base en la información suficiente y eficiente). El análisis del uso del dato obtenido del monitoreo ambiental puede llegar a ofrecer un instrumento práctico para la elaboración y/o evaluación de programas ambientales.

#### ESTADO DE LAS INVESTIGACIONES

Se observa que a nivel internacional y nacional se han hecho múltiples estudios e investigaciones científicas abocadas a usar la información hidroclimatológica con fines de evaluación de la situación ambiental para propósitos sociales (divulgación de la información) y académicos (proyectos de investigación), así como para apoyar la gestión de los recursos hídricos. Estos estudios e investigaciones se han llevado a cabo por medio de los siguientes métodos (Perevochtchikova, 2009):

1. Síntesis de datos estadísticos (CONAGUA y SEMARNAT, 2004, 2006 y 2008).
2. Caracterización estadístico-cartográfica sectorial (DDF, 1997; Carabias *et al.*, 2005; INE, 2006; INEGI y SMA, 2005).
3. Análisis sistémico de situación ambiental
  - a. bajo aplicación de conceptos ecológicos (Huggett, 1995; Bailey, 1995; Casado, 1997; Richling y Osowiec, 2001);
  - b. bajo aplicación de conceptos ecosistémicos (Odum, 1982; Andrade, 2004);
  - c. bajo aplicación de conceptos de integralidad y sustentabilidad (García, 1987; Tortajada, 1999; Tortajada *et al.*, 2004).
4. Análisis de impacto ambiental (Sors, 1987; Shiklomanov, 1989).
5. Evaluación integral de la situación ambiental (Shelutko, 2002; UNDP, 2005; Ribak, 2006; Galtcova y Dmitriev, 2007; Dmitriev *et al.*, 2008).

Las referencias citadas representan sólo una pequeña parte del volumen total de estudios e investigaciones que se puede encontrar al respecto; se destaca que la información hidroclimatológica es esencial para obtener un panorama adecuado sobre la situación ecológica actual y analizar sus cambios estadísticos. Sin embargo, no siempre la información que proviene del sistema de monitoreo es suficiente y eficiente en términos espaciales y temporales; por ejemplo, ha sido detectado que el sistema actual de monitoreo ambiental en la ZMCM, que consiste en el Sistema de Monitoreo Atmosférico, SIMAT (la calidad del aire), el Sistema de Observación Climatológica (Soc) y el Sistema de Observación Hidrométrica (SOH), representa tanto aspectos positivos y de importante alcance en su desarrollo, así como momentos que limitan su funcionamiento. En específico se refiere a la disminución drástica en forma paulatina en el número de estaciones climatológicas e hidrométricas a partir de los años ochenta y a la problemática de discontinuidad de los datos en las series de tiempo y en la distribución espacial; a esto se agrega la ausencia de cartografía actualizada, de modelos matemáticos actualizados acordes con los cambios ambientales surgidos y la ausencia de informes de estadísticas locales. También existen los limitantes comunes detectados para los tres subsistemas y los relacionados con la complejidad institucional debido a las funciones administrativas, a la falta de mantenimiento de la infraestructura instalada, al bajo salario de los aforadores; a la falta de cuadros profesionales que manejen el sistema, entre muchos otros. Todo lleva a pensar en la gran problemática de la confiabilidad de los datos obtenidos de las redes actuales de monitoreo hidroclimatológico y en el uso adecuado y eficiente del dato (Perevochtchikova, 2009).

Se desprende la necesidad de realizar más investigaciones científicas profundas sobre el tema del uso del dato obtenido del monitoreo hidroclimatológico, en el aspecto relacionado con la gestión integral del agua. En particular se piensa que es indispensable poder evaluar la eficiencia del uso del dato para minimizar los costos de obtención del dato (operación y mantenimiento de las estaciones de monitoreo) y optimizar su uso; respecto a esto prácticamente no existen estudios publicados.

#### OBJETIVO

El presente trabajo se propone hacer la revisión de las fuentes de la información ambiental (con especial énfasis en la hidroclimatología) de la cuenca del Valle de México, referente a las vías del uso del dato obtenido del sistema de monitoreo ambiental y proponer un intento de integración de los datos

ambientales, sociales y económicos en torno a la problemática del agua, para ofrecer un instrumento práctico, integral y viable en el apoyo a las tareas de la gestión integral del agua, tanto a nivel de cuenca hidrográfica como del país.

La hipótesis de esta investigación sostiene que la importancia del dato obtenido del monitoreo ambiental, que forma parte del monitoreo hidroclimatológico, no consiste sólo en el uso técnico directo de los cálculos de disponibilidad del agua y/o del modelo matemático del funcionamiento hídrico del sistema natural acordes con los intereses de la realización de proyectos hidráulicos, sino que se debe incorporar una amplia gama de aprovechamientos para tomar las decisiones de las políticas públicas, incluyendo los sectores ambiental, social, urbano, económico y de la salud, entre otros.

## METODOLOGÍA

Consiste en el análisis documental acerca del tema y la zona del estudio, subdividido en cuatro etapas consecutivas:

- Gabinete I. Revisión bibliográfica de las fuentes oficiales de información (estadísticas publicadas, bases de datos, cartografía, publicaciones científicas, tesis). Esto permite obtener un diagnóstico claro de las fuentes de información hidroclimatológica existentes para la cuenca del Valle de México.
- Gabinete II. Determinación de las principales vías del uso del dato obtenido del monitoreo hidroclimatológico por medio de la revisión de los documentos oficiales (planes y programas federales, estatales y regionales; normas) y de los documentos alternativos (proyectos académicos, reportes de algunas organizaciones no gubernamentales ambientales).
- Trabajo de campo. Verificación de las congruencias y disonancias en la recolección real de los datos en las estaciones de la red de monitoreo climatológico e hidrométrico; entrevistas con los actores clave y aforadores.
- Gabinete III. Propuesta para integrar los datos ambientales de interés social y económico, adaptándose y usando los indicadores ambientales. Revisar los indicadores ambientales a nivel internacional, nacional y local, con la respectiva interpretación de los resultados del análisis.

En un primer acercamiento la escala del trabajo abarca el nivel de las delegaciones y de los municipios relacionados con la posibilidad de integrar los datos asequibles del sector ambiental, social y económico, y continuar la investigación a escala más fina de las áreas geoestadísticas básicas (AGEBS) (cuadro 5.1).

**Cuadro 5.1**  
**Fuentes de información a utilizar en el estudio**

Institución	Fuente de información	Indicadores preliminares
Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI)	Conteo Nacional de Población y Vivienda 1990 y 2000	datos poblacionales
	Censo Nacional de Población y Vivienda 1995 y 2005	vivienda
	Censos Económicos	educación
	encuestas anuales de comercio	servicio de salud servicio agua potable servicio de drenaje
CONAGUA	estadísticas del agua	contaminación servicios de agua potable y drenaje
SEMARNAT	compendio de estadísticas ambientales	contaminación
	cubos portátiles de información	servicios de agua potable y drenaje
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP)	estadísticas del índice de desarrollo humano 2000 y 2005	población económicamente activa ingreso promedio per cápita
Secretaría de Salud	Sistema Único de Información de Vigilancia Epidemiológica	enfermedades

## RESULTADOS

### Fuentes de información

Como primer resultado de la revisión bibliográfica acerca del tema y la zona de estudio, se pudo llegar a la conclusión de que tanto en la cuenca del Valle de México como a nivel nacional, se puede acceder a las fuentes oficiales de información en torno al agua anteriormente mencionadas:

- Fuentes oficiales, representadas por los organismos públicos y las fuentes alternas (académicas, consultorías, laboratorios certificados).

Ambas fuentes (oficiales y alternativas) ofrecen la información en: *a.* estadísticas y/o informes técnicos publicados; *b.* mapas impresos; *c.* coberturas digitales; *d.* bases de datos (en

formato electrónico, como tablas en Excel y/o estructurados en el formato de texto).

En particular, las estadísticas hidroclimatológicas publicadas a nivel oficial se obtienen de varias fuentes de información:

- CONAGUA, que refiere a la disponibilidad del agua, a la presión sobre el recurso hídrico, a los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, al potabilizado de agua fluvial y subterránea y al tratamiento del agua municipal e industrial.
- INEGI, que aporta las estadísticas ambientales nacionales y la síntesis de información geográfica por estado, municipio, ciudad y las AGEBS.
- Academia (instituciones educativas y/o centros de investigación), que proporciona datos acerca de la cantidad y calidad del agua, obtenidos del amplio rango de proyectos de ciencia básica y aplicada (desde los aspectos físicos hasta sociales, económicos, políticos, hasta los de gestión).
- Las ONG y consultorías que dan informes técnicos de mediciones de calidad y cantidad del agua.

Los problemas resultantes son la parcialidad de los datos, el material incompleto, sin explicaciones y con poco análisis. Aunque los compendios estadísticos son gratuitos, los informes se obtienen por solicitud y son de difícil acceso. El lenguaje utilizado es académico y/o técnico, que dificulta la comunicación para los sectores social y gubernamental. Otro problema es saber ¿dónde, con quién, cómo se puede obtener cierto tipo de información?

En lo referente a mapas impresos cabe comentar las fuentes oficiales y las alternas. Existe una gran variedad de datos que pueden ser consultados (cartas de agua superficial, subterránea; de vegetación, de uso del suelo, del clima y topográficas) a diferentes escalas (1:4000 000 hasta 1:1000 000).

En el formato de coberturas digitales se obtienen datos de las siguientes organizaciones:

- Subsistema de la Información Geográfica del Agua (SIGA) de CONAGUA proveniente de sus oficinas regionales y estatales, con la información sobre las divisiones de cuencas y subcuencas; regiones hidrológicas administrativas y regiones hidrológicas; la distribución de la red fluvial; la ubicación de las zonas de extracción del agua subterránea por pozos; las zonas de veda y las características de permeabilidad del suelo.
- INEGI, sobre hidrología subterránea y superficial, topografía, uso del suelo (a escala 1:250 000, del año 1983).
- INE, la división actualizada por cuencas hidrográficas (a escala 1: 250 000).

Las bases de datos provienen de varias fuentes:

- SMN: Climatological Computerization (CLICOM, 2000) con datos sobre características climáticas, como temperatura, precipitación, presión atmosférica (en el régimen automático); en sus versiones anteriores, como Extracción Rápida de Información Climatológica (ERIC) I, II, III, y recientemente paquete Mallas (sistema de interpolación de datos climatológicos en celdas de 10 por 10 km a nivel nacional).
- CONAGUA: Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS, 1999), con versión posterior no publicada pero accesible, que contiene datos de la cantidad del agua superficial (ríos, canales, presas) y, en algunos casos, de la sedimentación de cuerpos de agua. Sin embargo, existen vacíos en las series de tiempo.
- INEGI: datos de calidad del agua a nivel nacional (1983).

A pesar de la cantidad de datos publicados, existen grandes diferencias en objetivos y escalas (actualización, periodicidad, formato), así como en los datos utilizados (características, mediciones realizadas y frecuencia) y en los métodos de estimación. Éstos dificultan la integración, la sistematización de los datos, y la comparación y la construcción de los indicadores ambientales a escala local.

### **Uso de la información**

Los datos hidroclimatológicos se utilizan en la designación de normas; el diseño y la evaluación de políticas públicas ambientales; en acciones, programas y planes concretos.

*Normas:* Los datos de la cantidad y calidad del agua son utilizados para elaborar normas a nivel nacional en torno al agua, que en una primera aproximación se pueden presentar como lo refleja el cuadro 5.2.

Sin embargo, cabe mencionar que las normas elaboradas no son suficientes ni en cantidad ni en calidad para responder a las necesidades actuales de la compleja problemática ambiental, debido a factores como la sectorización institucional, la falta de información local, la falta de estudios locales de impacto social, la falta de consultas academia-autoridades que finalmente dificultan el acceso a los datos.

*Diseño de políticas públicas ambientales:* Dentro del concepto del modelo de causalidad propuesto por la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) (TAU Consultora Ambiental, 2000), el proceso de diseño de una política pública en materia ambiental tiene tres etapas básicas interrelacionadas en su desarrollo de la cadena tipo “presión-estado-respuesta” (gráfica 5.1). En la primera etapa se obtienen todos los datos posibles provenientes del monitoreo ambiental, complemen-

**Cuadro 5.2**  
Normas oficiales mexicanas emitidas en materia del agua

Institución	Normas
Semarnat	1996-2003 7 Normas relativas a los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas en aguas nacionales, sistemas municipales, aguas residuales y para el aprovechamiento de lodos y biosólidos. Especificaciones de protección ambiental, preservación, conservación de los humedales costeros. Procedimientos para caracterizar los jales.
	1995-2003 12 Normas relativas a la conservación del agua, sistemas de alcantarillado, toma domiciliaria, requisitos de construcción de pozos de extracción de agua, para la protección de acuíferos. Especificaciones de fluxómetros, fosas sépticas prefabricadas, tanques de agua, regaderas, válvula de admisión y de descarga para inodoro, redes de distribución de agua potable.
Secretaría de Salud	1993-2006 6 Normas en salud ambiental. Agua para uso y consumo humano: Límites permisibles de calidad, tratamiento, requisitos de transporte, muestreo, vigilancia y evaluación del control de calidad, requisitos de los sistemas de abastecimiento público y privado.

Fuente: elaborado con base en CONAGUA, 2008

tados con los datos del sector social, económico y de la salud, para luego ser interpretados por medio de la adaptación de indicadores ambientales en el proceso del diagnóstico integral de la situación ecológica ambiental actual (el Estado), con base en la cual se procede a elaborar respuestas reflejadas en la formulación de políticas públicas ambientales y a formular programas, planes y acciones concretas. Es aquí donde la información inicial base es esencial y de su interpretación depende la rigurosidad del diagnóstico y de éste, a su vez, el éxito del diseño y la implementación de programas y planes, que tendrían el efecto determinado sobre la presión al recurso.

En específico, en el modelo de la OCDE, los indicadores ambientales se estructuran a través de una serie de áreas-problema, en total trece, donde las primeras diez se refieren a la calidad ambiental (número 10 del agua), y las restantes a los recursos forestales, piscícolas y al estado de erosión. El problema general que se detecta para cada fase es exactamente el de la disponibilidad de información a escalas espaciales y temporales homogéneas de diferentes recursos naturales y sociales.

En México, los indicadores básicos del desempeño ambiental a escala nacional han sido desarrollados por la Semarnat (SEMARNAT, 2008a). En general, los datos son recopilados desde 1995 hasta 2005 y subdivididos en categorías de atmósfera, agua, suelos, residuos (sólidos urbanos y peligrosos), bio-

**Gráfica 5.1**  
Modelo de causalidad propuesto por  
la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico



Fuente: interpretado de TAU Consultora Ambiental, 2000

diversidad (ecosistemas terrestres, acuáticos, marinos, especies), forestales, pesqueros.

A nivel local, SEMARNAT (2008) ha elaborado los cubos portátiles del agua, donde la información puede ser consultada por entidad federativa, región hidrológica, administrativa o subregión de planeación y ser agrupada anualmente desde el periodo 2005-2007. En la primera parte es presentada con los indicadores relacionados con el volumen del agua concesionada (en m<sup>3</sup>/año) para cada tipo de uso, como el agrícola, agroindustrial, doméstico, la acuicultura, los servicios, el industrial, pecuario, público urbano, los usos múltiples, las hidroeléctricas, el comercio, agropecuario, abastecimiento público, industrial integrado (sumatoria del agroindustrial, servicios, industrial, comercio) y otros usos. La segunda parte de la información se refiere a los datos de la población y vivienda que cuentan con diferentes formas de servicios de agua potable y alcantarillado, y que puede ser consultada por las mismas agrupaciones y en el caso del agua más por mesorregión. La información está agrupada por cada lustro, a partir de 1990 o por el tamaño de la localidad. En el hipercubo, los datos son los índices de marginación y de desarrollo humano durante 2000 y 2005; del índice de precios al consumidor durante 2007 integrados por las mismas categorías. Sin embargo, los problemas aquí son la complejidad, la sectorización y el traslape de las funciones institucionales que generan la dificultad para conseguir los datos necesarios: la burocracia en el proceso de su obtención; el desconocimiento y no uso de la información con que se cuenta en las instancias federales, estatales y locales.

Para otras categorías que cubre la OCDE y otras fuentes a nivel internacional sería importante poder complementar la información local disponible con la información del sector social, económico y de la salud, preferentemente en el mismo periodo de tiempo y escala espacial. En este rubro los problemas son de disponibilidad de información confiable y representativa.

Acciones, programas y planes. En México, y sobre todo para la zona de estudio de la cuenca del Valle de México, existen diferentes programas implementados de protección ambiental, que utilizan los datos hidroclimatológicos en su amplio rango ambiental, entre los que se encuentran en específico, el Plan Verde del Distrito Federal, el Programa de Restauración Ecológica del Suelo de Conservación, el Programa General del Ordenamiento Territorial, la Estrategia Local de Acción Cli-



mática del Distrito Federal, así como los desarrollos del Atlas de Riesgo.

Sin embargo, si prácticamente todos los programas actuales carecen de diagnósticos sólidos en su base, mucho menos son integrales; lo cual en realidad los hace vulnerables ante la actual situación ecológica, social e institucional y demuestra la necesidad de la implementación urgente de un nuevo pensamiento dentro del esquema de elaboración de las políticas públicas ambientales, basado en el modelo de causalidad de la OCDE (sin evitar la etapa de diagnóstico y dando el valor requerido a la etapa de compilación de los datos ambientales). De aquí que los retos a lograr estarían relacionados en primera instancia con el fortalecimiento de la red de monitoreo, con el mejoramiento de la eficiencia (continuación en el tiempo y representatividad espacial), con la consideración integral del concepto (ambiental, social y económico), con la realización de las investigaciones en el tema de monitoreo, con la preparación de cuadros profesionales, con la revisión de la legislación, la normatividad y la operatividad institucional, con el fortalecimiento de la colaboración interinstitucional para el compartimiento de tareas, y con el complemento de la información generada en cada institución.

### ***Propuesta de integración***

Para la integración de las partes ambiental, socioeconómica y de salud a nivel de la cuenca del Valle de México se propone utilizar los datos sobre los cambios en la demanda del agua por el crecimiento demográfico poblacional; del aumento en la construcción de la vivienda popular y particular, y del desarrollo industrial, entre otros, con las características económicas de la población (como el ingreso per cápita y de la producción del producto interno bruto con base en los datos de los censos y conteos de INEGI realizados en 1990, 1995, 2000 y 2005, y los censos económicos y resultados de las encuestas anuales de comercio de INEGI, en conjunto con el grado de acceso a los servicios de agua potable y drenaje con base en el trabajo de Semarnat (SNIA, 2008; 2008) y de CONAGUA y SEMARNAT (2007); el acceso al servicio de la salud y las enfermedades gastrointestinales por los datos de la Secretaría de Salud de México, que se obtienen en la presentación semanal, mensual y anual, por hospital y delegación/municipio), con el fin de analizar su interrelación con la degradación de la calidad del aire y del agua y/o ausencia, la mala calidad del servicio de agua potable y alcantarillado. En otras palabras, se propone trabajar a escala de las áreas geoestadísticas básicas, por ser las últimas entidades de la responsabilidad operativa y suministrar el recurso a la población, y por contar con la información oficial mayor que ninguna otra escala.

El punto crítico que requeriría esta propuesta está en relación con la resolución del problema de comparación y adaptación de los indicadores locales, por la diferencia en la frecuencia de las mediciones, en sus unidades de medición, distribución y representatividad espacial de parámetros, pero sobre todo, en la consideración de toda la complejidad metodológica, técnica e institucional interna de los indicadores que representa. Actualmente, esta investigación se encuentra en esta etapa.

### **CONCLUSIONES**

En el estudio presentado se realizó una primera exploración sobre el uso del dato obtenido del monitoreo hidroclimático dentro del concepto de la gestión integral de recursos naturales, considerando toda la complejidad de la problemática ambiental que se presenta en la cuenca del Valle de México. Se efectuó la revisión de las fuentes de información hidroclimática, así como de las principales vías del uso del dato obtenido del sistema de monitoreo, y se propone la integración de los datos ambientales, sociales y económicos a nivel local (etapa actual del desarrollo de esta investigación), con el fin de ofrecer insumos necesarios para proceder consecutivamente con el análisis de la eficiencia de uso del dato en el diseño de las políticas públicas ambientales.

Se observó que la problemática general de las fuentes de información, a pesar de su cantidad en términos de disponibilidad de las estadísticas oficiales publicadas a nivel oficial y alterno, bases de datos, mapas y coberturas, puede ser resumida en sus grandes diferencias en objetivos y escalas (actualización, periodicidad, formato), así como en los datos utilizados (características, mediciones y frecuencia) y en los métodos de estimación que, en consecuencia, dificultan la sistematización de los datos, la comparación de los resultados temporal y espacialmente, y la construcción de los indicadores ambientales a escala local.

En lo referente a las principales vías del uso del dato hidroclimático se detectó que son normas y reglamentos, diseño y evaluación de políticas públicas ambientales y desarrollo de las acciones, programas y planes ambientales concretos, pero que el fenómeno consiste en que prácticamente todos los programas implementados a nivel de la cuenca del Valle de México, en la actualidad carecen de diagnósticos sistemáticos sólidos en su base, lo cual los hace vulnerables ante la situación compleja de la realidad (ecológica, social, institucional) y demuestra una vez más la necesidad de este tipo de estudios. Los problemas específicos son de disponibilidad de información confiable y representativa, relacionada sin duda con la sectorización institucional y con el traslape de sus funciones, con la falta de información local, con vacíos en las series de tiempo, con la falta de estudios locales de impacto social, económico y ambiental,

con la falta de comunicación entre la academia, las autoridades y la sociedad, que finalmente dificultan el acceso a los datos y resaltan el desconocimiento y el no uso de la información que se genera en las instancias federales, estatales y locales.

En la propuesta de integralidad de monitoreo ambiental, se revisan los indicadores ambientales propuestos por la OCDE, a nivel nacional y local. El problema general que se detectó dentro del modelo propuesto por la OCDE se refiere igualmente a la disponibilidad y a la problemática de la representividad de información a escala espacial y temporal acerca de diferentes recursos naturales y de aspectos socioeconómicos para complementar cada fase del análisis. Otro punto crítico que requeriría el seguimiento del estudio ha sido la necesidad de resolver el problema de la comparación y adaptación de los indicadores locales debidos a la diferencia entre las frecuencias de las mediciones, las unidades de medición, la distribución y la representatividad espacial de parámetros (medidos y disponibles sólo en otras escalas).

Dentro de estos alcances, los retos que se pueden formular serían los siguientes: el fortalecimiento de la red de monitoreo hidrológico (con mayor inversión financiera, preparación de recursos humanos, desarrollo de nuevos esquemas de ubicación de estaciones, instalación del equipo actualizado; mediciones estandarizadas); la sistematización de información oficial y alterna; la realización de la investigación científica en el tema del uso del dato obtenido del monitoreo ambiental; la formación de la conciencia ciudadana y gubernamental sobre la importancia del dato en el proceso del diseño de políticas públicas ambientales; y la determinación de las vías claras de comunicación entre los tres sectores participativos en este proceso, con un lenguaje común y el compromiso moral y profesional, entre otros puntos importantes y dignos de consideración.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agenda 21, Programa de acción para el desarrollo sostenible (1992), Río de Janeiro, CNUMAD.
- Andrade Pérez, Ángela (2004), *Lineamientos para la aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión integral del recurso hídrico*, México, Red de Formación Ambiental/PNUMA (Serie de Manuales de Educación y Capacitación Ambiental 8).
- Arellano Monterrosas, José Luis (2005), "Apropiación territorial, deterioro ambiental y gestión de recursos hídricos en la cuenca superior del río Custepec, Chiapas", tesis de Maestría en Ciencias, México, Universidad Autónoma de Chapingo.
- Bailey, Robert G. (1995), *Ecosystem Geography*, Nueva York, Springer.
- Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS) (1999), México, IMTA-CONAGUA [7 discos].
- Belousova, Anna P., Irina K. Gavich, Aleksandr B. Lisenkov y Evgenii V. Popov (2006), *Hidrogeología ecológica*, Moscú, Editorial ИК Академкнига.
- Carabias, Julia, Rosalva Landa, Jaime Collado y Polioptro Martínez (2005), *Agua, medio ambiente y sociedad. Hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México*, México, COLMEX-UNAM-Fundación Gonzalo Río Arronte.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] (1983), *Carta de agua subterránea. Hoja Ciudad de México E14-2, escala 1:250 000*, México, INEGI [formato impreso y digital].
- Casado Granados, Elías (1997), *La gestión integral del medio ambiente en la administración local*, Granada, CEMCI.
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA] (2008), *Estadísticas del agua en México, Edición 2008*, México, CONAGUA/SEMARNAT.
- \_\_\_\_\_ (2007), *Análisis de la información del agua de los censos y conteos 1990 a 2005*, México, CONAGUA-SEMARNAT [cd].
- \_\_\_\_\_ (2006), *Estadísticas del agua en México, Edición 2006*, México, CONAGUA/SEMARNAT.
- \_\_\_\_\_ (2006a), *Estadísticas del agua 2006: Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala, Región XIII*, México, CONAGUA/SEMARNAT.
- \_\_\_\_\_ (2004), *Estadísticas del agua en México, 2004*, México, CONAGUA/SEMARNAT.
- \_\_\_\_\_ (2000), *Climatological Computerization (CLICOM)*, base de datos de observación climatológica, México, CONAGUA/SMN [formato digital].
- Conferencia sobre el Agua y el Medio Ambiente [CAMA] (1992), "Declaración de Dublín sobre el agua y desarrollo sostenible", Dublín, CAMA.
- Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional (2002), *Convention on Wetlands. New Guidelines for Management Planning for Ramsar Sites and Other Wetlands*, Conferencia de las partes contratantes de la Convención de RAMSAR (COP8), Resolución VIII 14, Valencia.
- \_\_\_\_\_ (1971), *Convention on Wetlands. Final Act of the International Conference on the Conservation of Wetland and Water Flow Held*, RAMSAR.
- Departamento del Distrito Federal, Secretaría de Obras y Servicios, Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (1997), "Plan maestro de agua potable del Distrito Federal 1997-2010", informe final, México, DDF, Secretaría de Obras y Servicios, CGCOH.
- Dmitriev, Vasily V., Andrey I. Sirvo y Aleksandr N. Lastochkin (2008), *Ecología aplicada*, manual, Moscú, Editorial Academia.
- Galtcova, Valentina V. y Vasilily V. Dmitriev (2007), *Manual de ecología del agua y monitoreo del estado de sistemas acuáticos*, San Petersburgo, Universidad Estatal de San Petersburgo-

- Universidad Estatal de Hidrometeorología de Rusia.
- García, Rolando (1987), *Deterioro ambiental y pobreza en la abundancia productiva. El caso de la Comarca Lagunera*, México, CINVESTAV/IPN.
- Gorman, Hugo S. y Erik M. Conway (2005), "Monitoring the Environment: Talking a Historical Perspective", *Environmental Monitoring and Assessment*, núm. 106, pp. 1-10.
- Huggett, Richard John (1995), *Geoecology an Evolutionary Approach*, Nueva York, Routledge.
- Indicadores ambientales. Una propuesta para España* (2000), Madrid, Ministerio del Medio Ambiente-Secretaría General de Medio Ambiente-Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental.
- Instituto Nacional de Ecología [INE] (2006), *La investigación ambiental para la toma de decisiones. INE 2001-2006*, México, INE/SEMARNAT.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] (2007), *Conjunto de datos toponímicos. Topografía. Hoja E14-2, escala 1.250000* [formato digital], México, INEGI.
- \_\_\_\_\_ (2007a), *Conjunto de datos vectoriales hidrología aguas superficiales, serie 1 (1983). Hoja E14-2, escala 1.250000*, [formato digital] México, INEGI.
- \_\_\_\_\_ (2007b), *Conjunto de datos vectoriales hidrología aguas subterráneas, serie 1 (1983). Hoja E14-2, escala 1.250000* [formato digital], México, INEGI.
- \_\_\_\_\_-Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal [INEGI-SMA] (2005), *Estadísticas del medio ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana 2002*, México, INEGI-SMA del Gobierno del Distrito Federal.
- "Lagos del Valle de México" (2004), *Arqueología Mexicana*, vol. XII, núm. 68.
- Meadows, Danella H., Denis L. Meadows, Jorgen Randers y William W. Behrens III (1972), *Limits to Growth*, Nueva York, Universe Books.
- Melosi, Martin V. (2001), *The Sanitary City: Urban Infrastructure in America from Colonial Times to the Present*, Baltimore, Johns Hopkins University Press.
- Odum, Eugene P. (1982), *Ecología*, México, Nueva Editorial Interamericana.
- Perevochtchikova, María (2009), "Situación actual del sistema de monitoreo ambiental en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México", *Revista Estudios Demográficos y Urbanos*, vol. 24, núm. 3, Colmex, pp. 513-547.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA] (1972), *Conferencia de las Naciones Unidas, Establecimiento del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente*, Estocolmo, PNUMA.
- Rappaport, Roy A. (1968), *Pigs for the Ancestors: Ritual in the Ecology of a New Guinea People*, Newhaven, Yale University Press.
- Reboratti, Carlos (1999), *Ambiente y población. Conceptos y relaciones*, México, Planeta.
- Ribak, V. A. (2006), "Enfoque sistémico en la evaluación de la situación ecológica de los territorios urbanizados", trabajo en extenso, Conferencia problemas ecológicos e hidrometeorológicos de las ciudades grandes y zonas industriales, San Petersburgo, Universidad Estatal de Hidrometeorología de Rusia.
- Richling, Andrej y Michal Osowiec (eds.) (2001), *Landscape Ecological Methods for Strongly Transformed Areas*, Varsovia, Universidad de Varsovia.
- Rockefeller Foundation (1977), *International Environmental Monitoring: A Bellagio Conference*, Nueva York, Rockefeller Foundation.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT] (2008), *Cubos portátiles de información, 2008. Población, vivienda y agua*, México, SEMARNAT [cd].
- \_\_\_\_\_ (2008a), *Indicadores básicos del desempeño ambiental de México. Edición 2008*, México, SEMARNAT [cd].
- Shiklomanov, Igor A. (1989), *Influencia de la actividad antrópica en escurrimiento fluvial*, Leningrado, Gidrometeoizdat.
- Shelutko, Vladislav A. (2002), *Problemas geocológicos de las ciudades grandes y zonas industriales. Preguntas de ecología aplicada: colección de trabajos científicos*, San Petersburgo, Universidad Estatal de Hidrometeorología de Rusia.
- Sors, A. I. (1987), *Monitoreo y evaluación ambiental*, Metepec, México, eco.
- Tortajada, Cecilia (1999), *Environmental Sustainability of Water Management in Mexico*, México, Third World Centre for Water Management-The Ford Foundation.
- \_\_\_\_\_, Vicente Guerrero y Ricardo Sandoval (2004), *Hacia una gestión integral del agua en México: retos y alternativas*, México, Miguel Ángel Porrúa.
- United Nations Development Program [UNDP] (2008), "Estudio de índices de desarrollo humano, 2000-2005", en *Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo*, [en línea] <www.undp.org.mx/desarrollohumano> [Consulta: 19 de febrero de 2009].
- United Nations Environmental Program [UNEP] (2000), *Decision V/6. Ecosystem Approach*, V Ordinary Meeting of the Conference of the Parties, Nairobi, UNEP, CBD.
- \_\_\_\_\_ (2005), *Integrated Water Resources Management Plans: Training Manual and Operational Guide*, Capítulo Nacional Global Water Partnership.

