



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN GEOGRAFÍA**

**Desarrollo de un marco de indicadores para la gestión del
agua urbana. El caso de la Ciudad de México.**

**TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
DOCTOR EN GEOGRAFÍA**

**PRESENTA:
ARGELIA TIBURCIO SÁNCHEZ**

**TUTOR
María Perevochchikova
Posgrado en Geografía**

MÉXICO, D. F. OCTUBRE 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

La investigación presentada en esta tesis doctoral ha sido apoyada por la Universidad Nacional Autónoma de México, el Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología y el gobierno de Canadá a través del programa de líderes para las Américas ELAP.

Agradecimientos.

Dra. María Perevochtchikova mi cariño muy especial. Tutora, mujer y guía, que con sus sabios consejos me ha guiado en cada etapa del doctorado y con su acostumbrada tenacidad ha enriquecido el trabajo de esta tesis. Gracias por las enseñanzas, no sólo como profesional e investigadora sino también por su calidad humana y su amistad.

Al Dr. Rafael Val Segura, mi aprecio por su destacada colaboración en la tutoría de este trabajo y permitirme compartir espacios de trabajo, su talento y conocimiento tan valiosos en esta memoria.

Dra. María Inés Ortiz, mi aprecio por sus acertados comentarios sobre este trabajo.

A la Universidad de Montreal, especialmente a la Dra. Kathryn Furlong y al Dr. Pierre André por las facilidades otorgadas en el desarrollo de la investigación durante mi estancia en la ciudad de Montreal.

Mi reconocimiento, al personal de la Comisión Nacional del Agua, del Sistema de Aguas de la Ciudad de México, y del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua por las facilidades otorgadas en la recopilación de información. Así como a todos los investigadores que tan amablemente contestaron mis preguntas.

A mi familia por todo su cariño y comprensión. Gracias papá y mamá por estar ahí, siempre que los necesité. A mis hermanas, les agradezco su compañía y por escucharme y quererme siempre, donde sea que estén. Y mil gracias a esas dos criaturitas, Ismael y Camila, que alegran mis días con sus sonrisas y que llenan de emociones mi vida.

A todos mis buenos amigos cuya larga lista es imposible de escribir en una página. Gracias por su comprensión, apoyo y camaradería. Por hacerme tan amena la vida, en la universidad, en la ciudad y los fines de semana en la montaña, en las vacaciones. Por estar pendientes de mí ya sea por celular, correo electrónico y correo postal. Por motivarme a ser mejor, por su sinceridad, paciencia y confianza, mil gracias.

Israel, tu sabes que sin tu apoyo, comprensión y cariño nada de esto sería posible. Gracias por ser el mejor compañero que haya podido encontrar en esta aventura.

ÍNDICE

Índice de Figuras.....	iii
Índice de Tablas	iv
Índice de Gráficas	v
Siglas y Acrónimos	vi
Resumen	vii
INTRODUCCIÓN	1
1. MARCOCONCEPTUAL	5
1.1. Movimientos ambientales y surgimiento del desarrollo sustentable	5
1.2. El enfoque ecosistémico	7
1.3. La gestión integrada del agua	10
1.3.1. El movimiento de la gestión integrada del agua	10
1.3.2. La gestión integrada del agua urbana	12
1.4. Indicadores ambientales y de desarrollo sustentable	17
1.4.1. Clasificación por su metodología	20
1.4.2. Subdivisión por el grado en el cual se condensa la información.....	22
1.4.3. Desarrollo de indicadores por regiones geográficas	25
1.5. Uso de indicadores, principios y restricciones en su elaboración	27
Conclusiones.....	33
2. LA GESTIÓN DEL AGUA EN CANADÁ E INDICADORES RELACIONADOS	35
2.1. Problemática del agua en Canadá.....	38
2.2. Marco institucional y legal del agua en Canadá	39
2.2.1. La política federal del agua	40
2.2.2. Legislación a nivel provincial	41
2.2.3. Legislación a nivel municipal	44
2.3. Gestión del agua a nivel provincial: El caso de Quebec	45
2.4. Desarrollo de indicadores de agua urbana en Canadá	50
Conclusiones.....	55
3. LA GESTIÓN DEL AGUA EN MÉXICO E INDICADORES RELACIONADOS	56
3.1. Problemática del agua en México.....	56
3.2. Marco institucional y legal del agua en México.....	61
3.2.1. Proceso histórico de la gestión del agua en México	62
3.2.2. La política federal del agua	66
3.2.3. Instituciones a nivel regional	68
3.2.4. La gestión del agua a nivel estatal y municipal	68
3.3. Desarrollo de indicadores en México.....	70
3.3.1. Indicadores relacionados con el agua.....	72
3.3.2. Indicadores del agua urbana	76
3.4. Comparación de la gestión del agua y el desarrollo de indicadores en México y Canadá.....	80
3.4.1. La gestión del agua en México y Canadá.....	80
3.4.2. Indicadores de sustentabilidad del agua	84
3.4.3. . Indicadores de desempeño de organismos operadores de agua potable	86
Conclusiones.....	89

4. LA GESTIÓN DEL AGUA EN LA CIUDAD DE MÉXICO	91
4.1. Descripción de la zona de estudio: la Ciudad de México	91
4.2. Etapas de conformación de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México ZMCM	95
4.3 Actores en la gestión del agua en la ZMCM	97
4.3.1. Organismos de Cuenca a nivel federal	98
4.3.2. El sistema de Aguas de la Ciudad de México a nivel estatal	102
4.3.3. Nivel municipal	104
4.3.4. Otros actores	105
4.4. La gestión del agua a nivel estatal el caso de la Ciudad de México	107
Conclusiones	114
5. CAPÍTULO V. PROPUESTA DE INDICADORES	116
5.1. Metodología de selección y diseño de indicadores	116
5.2. Evaluación de Indicadores	119
5.3. Medición de los indicadores	124
Conclusiones	135
CONCLUSIONES FINALES	137
Bibliografía	139
ANEXOS	151
Anexo 1. Evolución del enfoque ecosistémico con relación al agua de 1972 a la fecha	
Anexo 2. Iniciativas de indicadores por región geográfica	
Anexo 3. Iniciativas de indicadores a escala local relacionados con la gestión del agua	
Anexo 4. Cuestionario para expertos “Indicadores ambientales para la gestión del agua”	
Anexo 5. Listado de expertos en gestión del agua encuestados	
Anexo 6. Criterios de evaluación en la selección de indicadores de gestión del agua	
Anexo 7. Limitaciones de los indicadores propuestos	
Anexo 8. Hojas metodológicas del conjunto de indicadores	

Índice de Figuras

Figura 1.1	Esquema de un sistema complejo	8
Figura 1.2	Evolución del enfoque de sustentabilidad	9
Figura 1.3	Evolución del manejo del agua en las ciudades.....	14
Figura 1.4	La pirámide de la información	18
Figura 1.5	Esquema Presión -Estado -Respuesta	21
Figura 1.6	El esquema FPEIR	22
Figura 2.1	Esquema descentralizado de gestión del agua en Canadá	39
Figura 2.2	Marcos legales para la asignación de agua en Canadá.....	43
Figura 2.3	Cuencas Hidrográficas prioritarias en Canadá.....	47
Figura 2.4	Ciclo de la gestión integrada del agua por cuencas hidrográficas	48
Figura 2.5	Indicadores de Agua Urbana.....	52
Figura 3.1	Esquema de Planeación Hídrica en México.....	67
Figura 3.2	Red de Información sobre el agua.....	73
Figura 3.3	Estructura de planeación del Programa de Gestión Integral del Recurso Hídrico	77
Figura 4.1	La ubicación de la Cuenca de México, ZMCM y Distrito Federal.	93
Figura 4.2.	La Zona Metropolitana de la Ciudad de México en 2005.....	96
Figura 4.3	Zona Metropolitana de la Ciudad de México y Región Hidrológica XIII. 99	
Figura 4.4	Estructura del Consejo de Cuencas del Valle de México	101
Figura 4.5	Organismos encargados del suministro de agua potable y alcantarillado en la ZMCM.	105
Figura 4.6	Efecto de la subsidencia en el subsuelo del Distrito Federal	112
Figura 5.1	Esquema Presión-Estado-Respuesta de la Gestión del Agua en la Ciudad de México.....	117
Figura 5.2	Distribución de los valores del indicador de cobertura de alcantarillado.	132
Figura 5.3	Distribución de los valores del indicador de calidad del agua potable.	133

Índice de Tablas

Tabla 1.1 Factores limitantes en la implementación del enfoque ecosistémico.	10
Tabla 1.2 Características del viejo y nuevo paradigma de los sistemas de agua urbana.	16
Tabla 1.3 Principales enfoques utilizados en los indicadores de Desarrollo Sustentable.	19
Tabla 1.4 Indicadores ambientales por áreas temáticas.	24
Tabla 1.5 Índices propuestos para la evaluación del desarrollo sustentable.	25
Tabla 1.6 Requisitos de los indicadores.	29
Tabla 2.1 Evolución de la gestión del agua en Canadá.	49
Tabla 2.2 Indicadores ambientales relacionados con la gestión del agua en Canadá.	51
Tabla 2.3 Índice Canadiense de Sustentabilidad del Agua.	53
Tabla 2.4 Indicadores de desempeño operativo en Canadá.	54
Tabla 3.1 Organismos de Cuenca.	68
Tabla 3.2 Indicadores ambientales relacionados con el agua en México.	74
Tabla 3.3 Indicadores de desempeño operativo en México.	75
Tabla 3.4 Indicadores de desempeño del SACM.	78
Tabla 3.5 Indicadores de gestión de acuerdo con el SACM.	78
Tabla 3.6 Semejanzas y diferencias entre Canadá y México en la gestión del agua y sus indicadores.	81
Tabla 3.7 Indicadores Relacionados con la gestión del agua en áreas urbanas a nivel internacional.	83
Tabla 3.8 Indicadores que miden la sustentabilidad del agua.	85
Tabla 3.9 Indicadores que miden el desempeño de Organismos Operadores de Agua Potable y Alcantarillado.	87
Tabla 3.10 Temáticas de los indicadores.	88
Tabla 4.1 Organismos involucrados en la gestión del agua en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.	106
Tabla 4.2 Población de la Ciudad de México, crecimiento del área urbana, densidad y uso del agua, 1910-1990.	110
Tabla 4.3 Evolución de la gestión del agua en la ZMCM en el siglo XX.	113
Tabla 5.1 Lista de indicadores sometidos a evaluación de expertos.	118
Tabla 5.2 Instituciones seleccionadas para envío de cuestionario.	120
Tabla 5.3 Promedio de calificaciones de los expertos para la lista de indicadores propuestos.	121
Tabla 5.4 Indicadores seleccionados para evaluar la gestión del agua en la Ciudad de México.	123

Tabla 5.5 Hoja Metodológica del Indicador de Dependencia De Fuentes Externas.	123
Tabla 5.6 Indicadores de Desempeño.	125
Tabla 5.7 Indicadores de Presión.	126
Tabla 5.8 Indicadores de Estado.	127
Tabla 5.9 Indicadores de Respuesta.	128

Índice de Gráficas

Gráfica 4.1 Población total de la Cuenca de México 1900-2000 .	94
Gráfica 5.1 Representación de indicadores de gestión del agua en la Ciudad de México (en escala de 0 a 100).	131
Gráfica 5.2. Grado de sobreexplotación del agua en la región hidrológica años 2003 a 2011. .	134
Gráfica 5.3 Dependencia de fuentes externas de agua potable en el Distrito Federal.	134

Siglas y Acrónimos

CDS	Comisión para el Desarrollo Sostenible
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CMMAD	Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo
CNI	Comisión Nacional de Irrigación
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
EPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América
GIA	Gestión Integrada del Agua
GIAU	Gestión Integrada del Agua Urbana
GWP	Asociación Mundial del Agua
IISD	Instituto Internacional para el Desarrollo Sustentable
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
NRTEE	Mesa Redonda Nacional sobre el Medio Ambiente y Economía de Canadá.
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PIGOO	Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores
PGIRH	Programa de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
ROBVQ	Agrupación de Organismos de Cuenca de Quebec
SACM	Sistema de Aguas de la Ciudad de México
SAHOP	Subsecretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SRH	Secretaría de Recursos Hidráulicos
UICN	Unión Mundial por la Naturaleza
UNCDS	Conferencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible
UNEP	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UNFPA	Fondo de Población de las Naciones Unidas
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
WWAP	Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza
ZMCM	Zona Metropolitana de la Ciudad de México

Resumen

El uso de indicadores se encuentra ampliamente difundido en diversas instituciones a nivel nacional e internacional en materia ambiental debido a su utilidad en una extensa gama de temáticas y sectores; sin embargo, estos indicadores se desarrollan principalmente a grandes escalas, omitiendo atender las características y problemáticas específicas presentes a nivel local, por lo que se requiere trabajar sobre el análisis a escalas locales, destacando a las ciudades, que son núcleos importantes de la degradación ambiental (provocado por la intervención humana en la naturaleza), que tienen múltiples efectos negativos sobre el aire, el agua y el suelo y, en consecuencia, sobre la calidad de vida de las personas. Este análisis indispensablemente tiene que ser abarcado desde un enfoque integral que se base, además en los procesos de la evaluación de política pública ambiental.

En específico, como se observa a continuación, el sistema actual de la gestión del agua en muchas partes del mundo y notablemente en México, no ha sido capaz de frenar el proceso de esta degradación; lo que en parte se debe a la falta de definición de indicadores claros que puedan medir los avances y limitantes de la gestión y, de este modo proponer mejoras de forma temprana y corregir el curso de las políticas establecidas. Por ello en el presente trabajo se propone como objetivo principal el desarrollo de un sistema de indicadores aplicados para la gestión del agua urbana enfocados al establecimiento de estrategias de planeación, control y gestión integrada. El caso de estudio se refiere a la Ciudad de México, la capital mexicana, que no es ajena a la problemática mencionada.

Para lograr el objetivo se realizó un análisis comparativo entre el caso mexicano y el caso canadiense que es de los mejor desarrollados y recomendados a nivel internacional, con el propósito de identificar un grupo de indicadores que permitan evaluar el avance de la gestión del agua urbana hacia los principios de sustentabilidad definidos por el enfoque de la Gestión Integrada del Agua. De este análisis se encontró la existencia de dos vertientes de indicadores: i) los indicadores de desempeño de organismos operadores de agua urbana, y ii) los indicadores de sustentabilidad del agua en zonas urbanas. Ambos grupos de indicadores presentan ventajas y limitaciones que, en conjunto, permiten medir con mayor integridad la evolución de la gestión del agua. Con base en el estudio de caso de la Ciudad de México se propuso una combinación de ambos enfoques, a fin de analizar la eficiencia en el abastecimiento de agua potable y saneamiento de la ciudad; y encontrar un equilibrio con el ciclo hidrológico.

Como resultado se presentó un sistema de 12 indicadores sub-divididos en cuatro grupos. El primero mide la eficiencia operativa para satisfacer las necesidades de la población relacionadas con el servicio de agua potable y el saneamiento. El segundo grupo evalúa el grado de la *presión* ejercida sobre el recurso, y que afecta la disponibilidad y la calidad del agua. El tercero evalúa el *estado* del recurso y, finalmente, el cuarto se centra en medir la *respuesta* de la sociedad para disminuir las presiones ejercidas y mejorar la calidad y cantidad de agua disponible. En cada indicador propuesto se delimitaron sus atributos básicos y en 9 de ellos se realizó el cálculo demostrativo, determinando su viabilidad como herramienta de evaluación en la gestión del agua urbana.

Abstract

The use of environmental indicators is remarkable widespread both in international and national institutions. Indicators are seen as useful in a wide range of issues and factors. However, environmental indicators are developed mainly on large scales, being unspecific and omitting to attend the specific characteristics and problems present locally. It is needed to work on the analysis of local cases, especially the cities, source centers of environmental degradation (caused by human intervention in nature), that has multiple negative effects on air, water and soil, and as a result on the general well-being of society. This essential analysis has to be covered through a comprehensive approach based on a process of evaluating environmental public policy.

Particularly, as shown below in this paper the current water management regime in many regions of the world, especially Mexico has not been able to prevent this degradation process, which is partly due to the absence in determining clear indicators that measure progress and management constraints and thus propose early improvements and correct the course of politics. The aim of this research is to develop a system of indicators applied to urban water management regards the establishment of strategies for planning, control and integrated management. The case study is taken from Mexico City, the Mexican capital, whose problems are related to the problems mentioned.

To develop the set of indicators this paper uses a comparative analysis between the case of Mexico and the Canadian case (of the best developed and internationally recommended) in order to identify a set of indicators to assess whether urban water management is moving towards the sustainability principles and approaching to integrated water management. It was found the existence of two types of indicators: i) the urban water utilities performance indicators, and ii) water sustainability indicators for urban areas. Both types of indicators have advantages and restrictions that combined allow a more integrated measurement of the evolution in the water management process. Based on the Mexico City case study it was proposed a combination of both approaches in order to analyze the efficiency of water supply and sanitation within a city and find a balance with the hydrological cycle.

As a result it is presented a set of 12 indicators divided into four sub-groups. The first measures the operational efficiency to meet the needs of the service related to drinking water and sanitation. The second group is about the degree of pressure on the water resource that affects the availability and quality of water. The third assesses the state of the resource and finally the fourth focuses on measuring the response of society to reduce the pressures and improve the quality and quantity of water available. For each indicator proposed were delimited its basic attributes and in 9 of them were calculated, demonstrating their viability as an evaluation tool in urban water management.

INTRODUCCIÓN

En el siglo XXI la humanidad enfrenta numerosos retos en materia ambiental y social. El acelerado proceso de urbanización, el crecimiento demográfico, así como las nuevas tecnologías implementadas en los diferentes sectores económicos han ocasionado una enorme presión sobre los recursos naturales, con el fin de satisfacer las demandas inmediatas de la población. Esto ha provocado cambios sin precedentes en los ecosistemas a nivel mundial, que se traducen en un deterioro en la calidad y cantidad de los recursos disponibles y la desaparición de los ecosistemas completos, comprometiendo seriamente las posibilidades de la subsistencia del ser humano a futuro.

Dentro de los retos que adquieren mayor importancia destaca el tema de acceso a suficiente agua limpia, donde cada vez más se menciona la situación de una crisis mundial del agua debido a su escasez (UNEP, 1999; Cosgrove y Rijsberman, 2000), cuyos signos se evidencian en el agotamiento y deterioro de recursos hídricos, reconocido desde hace años por autores como Gleick (1993) y Postel (1992). Particularmente, la gestión del agua potable en zonas urbanas representa uno de los mayores desafíos en la actualidad; desde el año 2008 más de la mitad de población mundial habita en las ciudades, y se pronostica que para 2030 la población urbana alcanzará los 5 000 millones de habitantes (UNFPA, 2004). Por lo tanto, el enorme reto que representa el suministro adecuado, el saneamiento y la conservación del recurso para esta creciente población, en condiciones climáticas cada vez más extremas, ha llevado a la sociedad a explorar algunos enfoques y estrategias que permitan resolver estos problemas.

En la búsqueda de nuevos planteamientos que brinden soluciones a un amplio rango de objetivos, surge el enfoque de la Gestión Integrada del Agua (GIA), que se ha perfilado como uno de los más aceptados a nivel mundial en los últimos años. Este promueve una visión holística del recurso para encontrar soluciones integrales al suministro de agua, la calidad del agua, el control de inundaciones, la conservación de ecosistemas acuáticos, la solución de conflictos entre los usuarios y los diversos usos del agua (GWP, 2004). A pesar del reconocimiento internacional de este enfoque, existen diversos obstáculos que han impedido su implementación efectiva, entre los que destaca la falta de herramientas que permitan establecer metas claras y medir el progreso que han tenido las aplicaciones (Pahl-Wostl *et al.*, 2005). En este caso los indicadores ambientales responden a dos necesidades importantes en la implementación de la gestión integrada del agua: por un lado facilitan la recopilación, síntesis y explicación de grandes cúmulos de información; y por el otro, representan una herramienta de seguimiento que permite establecer objetivos concretos, así como evaluar el progreso en la implementación de políticas públicas ambientales (Dunn and Bakker, 2011).

Cabe señalar que el uso de indicadores en materia ambiental se encuentra ampliamente difundido en diversas instituciones a nivel nacional e internacional. Incluso en la última década se ha visto un extraordinario interés en el desarrollo de

indicadores en países industrializados y, en un menor grado, en países en desarrollo, debido a su utilidad en una extensa gama de programas y acciones de política pública y que son utilizados por diversos actores, como organismos institucionales e intergubernamentales, gobiernos nacionales y departamentos nacionales, sectores económicos, administradores de regiones geográficas o ecológicas, comunidades locales, organizaciones no gubernamentales y el sector privado (Pinter *et al.*, 2005).

Este marcado interés sobre los indicadores se basa en la creciente necesidad de contar, de manera regular, con información de calidad y con resoluciones espaciales y temporales apropiadas. Entre las cualidades por las que se hace uso de ellos se encuentra el que se simplifican y resumen las propiedades importantes, que permiten visualizar fenómenos de interés, cuantificar y comunicar información relevante (Gallopín, 1997). La OECD (1998) acentúa que los indicadores reducen el número de medidas y parámetros que normalmente se requieren para ofrecer una presentación lo más cercana posible al estado actual del ambiente. De este modo, los indicadores significan una herramienta importante en la gestión de los recursos, ya que, de acuerdo con el PNUD (2007), los indicadores pueden proveer directrices en diferentes formas, porque pueden trasladar el conocimiento científico del medio físico y social en unidades de información manejables, que facilitan el proceso de toma de decisiones, ayudan a medir y calibrar los progresos hechos hacia las metas del desarrollo sustentable, proveen información para comparaciones espaciales y proporcionan información temprana respecto a las condiciones futuras y tendencias estadísticas.

A pesar de los notables aportes de estas iniciativas, los datos arrojados a escala nacional no permiten realizar observaciones que vinculen relaciones de causalidad entre las medidas adoptadas y los cambios en el medio ambiente y en la provisión de los servicios de agua en las ciudades. En el ámbito local se observa una carencia marcada de trabajos relacionados con el desarrollo de indicadores que sirvan de herramienta para la gestión del agua urbana; ya que los indicadores existentes se reducen a los porcentajes de cobertura de agua potable y saneamiento. Por otra parte, varios autores han señalado múltiples deficiencias y restricciones metodológicas en su diseño e implementación (Bertrand- Krajewsky *et al.*, 2000; Shah, 2004; UNEP, 1999).

Con base en la problemática anterior, el propósito central del presente estudio se concentró en el desarrollo de un marco de indicadores para la gestión del agua urbana, con el caso de estudio de la Ciudad de México, para lo cual el trabajo se dividió en cinco capítulos. En el primero se realizó una investigación bibliográfica de los movimientos ambientales y el surgimiento de los conceptos y enfoques, como el desarrollo sustentable, la gestión integrada del agua urbana y el enfoque ecosistémico. También se presentó información sobre el proceso de creación de los indicadores, como propuestas de monitoreo y evaluación de los recursos naturales, así como de algunas de sus aplicaciones a nivel nacional e internacional.

En el capítulo dos, con el fin de contar con una visión internacional se presentó la revisión del caso canadiense en torno a la gestión del agua, así como del desarrollo de los indicadores relacionados con esta tarea en la gestión del agua urbana. Se optó por la experiencia canadiense por ser uno de los países pioneros en

el desarrollo y más reconocidos en la implementación de esquemas de evaluación ambiental. Se presenta información sobre el marco legal e institucional de la gestión del agua en este país, la problemática de la gestión del agua a nivel de país y a nivel de ciudad; para lo cual se seleccionó a la Ciudad de Montreal, por ser una de las más grandes del país. Posteriormente se hizo una revisión de los indicadores existentes relacionados con la gestión del agua, la cual mostró que, a pesar de que Canadá se encuentra avanzado en el desarrollo de indicadores ambientales, no sucede lo mismo con los indicadores del agua a nivel local; aunque sí fue posible identificar dos tipos de indicadores de gestión del agua urbana prevalecientes: i) los indicadores de sustentabilidad del agua y ii) los indicadores de desempeño de organismos operadores.

En el capítulo tres, continuando con esta línea de trabajo, se realizó el análisis de la problemática de la gestión del agua en México bajo una perspectiva histórica, donde se presenta una breve reseña de las transformaciones en el modelo hídrico desde el siglo XX, para posteriormente pasar a la gestión del agua urbana. Siguiendo la metodología establecida, se seleccionó el caso de estudio de la ciudad de México, capital del país. Al final del capítulo se presenta un análisis comparativo de los indicadores ambientales existentes en los dos países considerados para el estudio de la gestión del agua.

En el capítulo cuatro se enfoca al análisis de la Ciudad de México como caso de estudio. Se analiza la evolución de la conformación de la Ciudad de México y los actores involucrados actualmente en la gestión del agua, lo que permitió entender las complejas interrelaciones existentes en torno a la gestión del agua, así como presentar una descripción detallada de la problemática de la gestión del agua. El análisis de la zona de estudio era importante para contar con una visión sistémica de la gestión del agua que permitiera establecer relaciones de causalidad y poder diseñar el marco conceptual sobre el que se basaría el conjunto de indicadores seleccionados.

El capítulo cinco se presenta la propuesta de indicadores para la Ciudad de México; igual que la metodología utilizada para el diseño, selección y validación de los indicadores propuestos. Como resultado se propone un conjunto de doce indicadores divididos en cuatro subgrupos: de desempeño, presión, estado y respuesta. Para cada indicador se presentan sus atributos principales y se hace el cálculo demostrativo para la mayoría de ellos.

Del trabajo realizado se puede concluir que el conjunto de indicadores propuesto se encuentra en una fase temprana del desarrollo, que refleja a su vez el grado de la evolución de la gestión del agua en la Ciudad de México. La compleja problemática que vive la ciudad ha obligado a los actores involucrados a formular nuevas estrategias de gestión y replantear el modelo de gestión del agua, a pesar de lento progreso debido al alto grado de resistencia para realizar los cambios. Cabe señalar que donde sí se ha logrado avanzar es en la utilización de herramientas de evaluación del desempeño de los organismos operadores de agua.

En este sentido, el conjunto de indicadores propuesto constituye un paso más dentro de la cadena de indicadores ambientales y de herramientas, que propone, bajo

un enfoque integrado incorporar conceptos bien conocidos y probados de la evaluación del desempeño, a la vez que integra aspectos de sustentabilidad que aún son incipientes y cuya medición apenas comienza a utilizarse. Por su parte, el conjunto de indicadores propuesto permite evaluar la gestión del agua en la ciudad bajo el enfoque “presión-estado-respuesta”. Dentro de éste se delimitan estados y/o situaciones ideales que, a su vez, posibilitan la identificación de procesos críticos en la gestión del agua y que requieren de una atención inmediata.

Los retos a futuro consisten en lograr que los actores involucrados asignen, de manera coordinada y sistemática, recursos materiales y capital humano para la recolección y sistematización de la información. De igual forma, el mayor reto que tienen los indicadores como herramienta dentro de la gestión del agua es que ésta sea utilizada por los tomadores de decisión y actores con el fin de potenciar su utilidad y replantear los indicadores de tal forma que incidan dentro de los diferentes procesos no solo de la gestión del agua, sino en el diseño y elaboración de las políticas públicas.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1. Movimientos ambientales y surgimiento del desarrollo sustentable.

La forma en que el ser humano percibe y hace uso de los recursos naturales, se ha modificado en el transcurso del tiempo, a medida que la sociedad se transforma. La preocupación por el cuidado del medio ambiente ha estado presente desde hace mucho tiempo, pero, de acuerdo con Déleage (2000), el ambientalismo contemporáneo tiene sus raíces en la *crítica naturalista* a la destrucción de la naturaleza provocada por la revolución industrial y en la *crítica social* levantada contra los efectos sociales negativos de la industrialización y la colonización, impregnadas por la idea de la necesidad de una profunda transformación social. Esta conciencia ambiental se vio reflejada en la creación de reservas naturales y en otras acciones que permanecieron aisladas hasta la década de los sesenta, cuando crece la preocupación por los efectos de la industrialización y el crecimiento demográfico, con una serie de publicaciones científicas como los de Carson, 1960; Commoner, 1966; Ehrlich, 1968; Dubos y Ward, 1972. Estos trabajos representaron una alarma que preveía un colapso mundial de no tomarse de inmediato medidas drásticas e influenciaron de manera decisiva la política internacional (Pierri, 2005).

Frente a esta alarma, se desarrollaron dos respuestas paralelas y mutuamente influenciadas: una, la expansión del movimiento ambientalista, animado mediante la creación de organismos no gubernamentales nacionales e internacionales como Green Peace, y, en segundo lugar, las primeras formas institucionales internacionales y nacionales de asumir el tema y trazar políticas, lo que se concretó, por un lado, en la celebración de conferencias y convenciones internacionales de la ONU y la creación de instituciones internacionales específicas y, por otro, a nivel de los países, en la promulgación de las primeras leyes ambientales y la creación de organismos estatales con competencias en el tema (Déleage, 2000).

En el escenario de la década de los setenta, Pierri (2005) identifica tres grandes corrientes de pensamiento: una corriente ecologista conservacionista, expresada en los trabajos de los biólogos y ecólogos mencionados previamente, que confluyen en la tesis de los límites físicos y la propuesta de crecimiento cero, paradigmáticamente formulada en el *Primer Informe al Club de Roma*; una corriente desarrollista o de ambientalismo moderado, que se expresa en la *Declaración sobre el Medio Humano* de la ONU, en Estocolmo, la cual acepta los límites físicos de la naturaleza, pero plantea la posibilidad de crecimiento a condición de que se cuide el ambiente, y una corriente crítica humanista que pretende plantear una alternativa al orden dominante, expresada, por un lado, por la propuesta de ecodesarrollo, más o menos integrada a la propuesta más general de un nuevo orden económico internacional, defendida por los países no alineados y, por otro, por el Modelo Mundial Latinoamericano elaborado por la Fundación Bariloche.

Estas corrientes divergían desde el origen de los problemas ambientales, en la jerarquización entre los problemas ambientales y los problemas económicos y sociales, así como en las soluciones ante estos problemas, pero hicieron posible insertar en la política internacional el tema del medio ambiente. La literatura reconoce al Informe del Club de Roma sobre los Límites del Crecimiento como el documento de mayor influencia política, sin embargo, fue hasta los años ochenta cuando se hizo patente el fracaso del modelo de desarrollo basado únicamente en el crecimiento económico, así como la existencia de una crisis ambiental cada vez más aguda. Puestos en el orden del día por los movimientos sociales y por intelectuales críticos, ambos problemas apuntaban hacia una revisión de las ideas dominantes sobre diferentes formas de entender y asumir los problemas ambientales por parte de los países desarrollados y de los países en desarrollo (Brand y Gorg, 2003).

Con la creación en 1984 de la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo, comúnmente conocida como la Comisión Brundtland, se buscó mediar entre las posiciones del ambientalismo y el modernismo economicista. Brundtland parte de la idea central de que desarrollo y medio ambiente no pueden ser separados: *“El medio ambiente y el desarrollo no constituyen desafíos separados; están inevitablemente ligados. El desarrollo no se mantiene si la base de recursos ambientales se deteriora; el medio ambiente no puede ser protegido si el crecimiento no toma en cuenta las consecuencias de la destrucción ambiental”*(CMMAD, 1987:40).

De esa forma, esta comisión llegó a una posición en la que establecía que era posible continuar con el desarrollo económico y, a la vez, mantener en un nivel satisfactorio el equilibrio ecosistémico, conclusión que modificó el planteamiento de crecimiento cero establecido en 1972, distanciándose del ecocentrismo que veía el desarrollo como causa del deterioro ambiental, y adopta una clara óptica antropocentrista diciendo que hay que preocuparse por evitar que ese deterioro limite el desarrollo, instaurando por primera vez el término de *desarrollo sustentable*, término que logró establecerse como el objetivo a seguir a nivel mundial, el cual se concibe como:

“Aquel que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades. Es decir se propone una articulación de las preocupaciones sociales, económicas y ambientales” (CMMAD, 1987: 40)

De acuerdo con Pierri (2005) el concepto ha logrado instaurar el ambientalismo moderado de manera hegemónica, a nivel político general, desde las organizaciones internacionales, los gobiernos y las empresas hasta el público en general. Su aceptación universal no supuso la desaparición de diferentes intereses e interpretaciones, pero puso a todos bajo el mismo techo, siendo una conquista ideológica que debilitó el papel relativamente oponente del ecologismo, consolidando una alianza con el conservacionismo, al cual subordina haciéndolo funcional a los objetivos del desarrollo. La aceptación general del concepto del desarrollo sustentable, por otra parte, ha sido objeto de numerosas interpretaciones que representan las principales corrientes de pensamiento: el ecocentrista, antropocentrista y economicista.

Por otra parte, paralelamente a la evolución del movimiento ambientalista se han desarrollado enfoques y estrategias que buscan los objetivos del desarrollo sustentable. Estos enfoques se han perfeccionado en la medida que el conocimiento científico profundiza en las complejas relaciones que tienen las actividades humanas y los ecosistemas. El primer marco general de la gestión de los recursos se inició con la Gestión Integrada de los Recursos Naturales, que se define como el proceso en el cual se planean estrategias, metodologías, proyectos y políticas que buscan el uso racional de los recursos dentro de una unidad espacial dada. Se considera esencial para mantener saludables a los ecosistemas.

1.2. El enfoque ecosistémico.

La problemática en relación con la constante degradación del medio ambiente ha atraído la atención de científicos y autoridades llevan al cambio del paradigma en la percepción y uso de los recursos naturales mediante el desarrollo de un nuevo enfoque, el enfoque ecosistémico. Este concepto comprende en sí un conjunto de métodos para analizar la estructura, la función de los ecosistemas (factor interno) y su reacción con la intervención de la actividad humana (factor externo), orientados a dar soluciones para los problemas ambientales, (Perevochtchikova y Martínez, 2009). En este enfoque se integran e interactúan diferentes elementos: -medio biofísico, medio socio-cultural-demográfico, y medio económico-tecnológico, donde el ecosistema es visto como la articulación entre el sistema natural y el sistema humano, en la cual cada uno de sus componentes se encuentra relacionado e interactúa con los otros elementos (Andrade, 2004). Se ha requerido entonces de conocimientos provenientes de diferentes disciplinas para lograr entender las relaciones existentes en diferentes niveles, tanto horizontales como verticales, así como las causas e interdependencias entre los elementos constitutivos del sistema que se estudie. En el *Anexo 1* se presenta un esquema de esta evolución en el contexto de la gestión integral del recurso hídrico.

En ese contexto, la evolución en la gestión del recurso hídrico ha estado implícitamente ligada a los modelos de desarrollo de la sociedad, así, durante gran parte del siglo XX el interés de las instituciones se centraba en el aprovechamiento y control del recurso, por ejemplo mediante grandes construcciones, como presas hidroeléctricas (Dourojeani, 1994). Este enfoque, basado en el desarrollo económico y productivo, ha derivado en numerosos problemas sobre todo en los centros urbanos, los cuales en la actualidad concentran la mitad de la población mundial y, además, se espera que el fenómeno de la urbanización continúe. De acuerdo con Perevochtchikova y Martínez (2009), los problemas más relacionados con el impacto al recurso hídrico en las zonas urbanas se relacionan con un aumento en la extracción de agua subterránea y la contaminación de los cuerpos de agua, los cuales han traído como consecuencia cambios en el régimen hidrológico natural. Ante la disminución de la disponibilidad de agua en cantidad y calidad adecuadas para el consumo humano, se han elevado los costos económicos, en parte por la obsolescencia de la infraestructura hidráulica, así como por la necesidad de satisfacer las

crecientes demandas de agua potable, que se ven reflejada en la competencia entre los usuarios y los diferentes usos del agua.

Como se observa, este cambio en la concepción medio ambiental ha sido un proceso largo, en el cual se han desarrollado diferentes conceptos que concuerdan cada vez más en la necesidad de plantear los problemas ambientales de manera integral, incluyendo tanto factores físicos como sociales y económicos. En el tema del agua han sobresalido tres propuestas que se complementan y sustentan el enfoque metodológico de esta investigación. Estas propuestas son: el enfoque ecosistémico, la Gestión Integrada del Agua y la consecuente Gestión Integrada del Agua Urbana (en inglés Integrated Urban Water Management).

En la teoría de sistemas se reconoce que los ecosistemas son sistemas complejos (García 2006), y su funcionamiento depende de las interrelaciones entre los elementos que lo constituyen y de estos elementos con el mundo exterior (*Véase Figura 1.1*). Es por eso que se piensa que este concepto es fundamental para el planteamiento de la gestión ecosistémica e integral y el análisis ambiental, porque en realidad permite simular los procesos a distintos niveles.

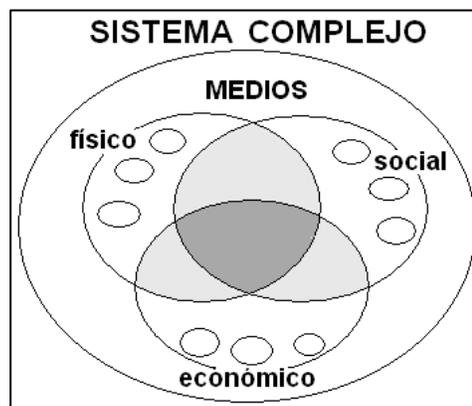


Figura 1.1 Esquema de un sistema complejo (Tomado de: Perevochtchikova y Martínez, 2009).

Así, la forma en que es visualizada y medida la sustentabilidad ha evolucionado desde una óptica separada o desvinculada de las dimensiones de la sustentabilidad, (ambiente, sociedad y economía) hacia una en la que éstas se interceptan para medir sus relaciones, equilibrios y desequilibrios y, más recientemente, hacia otra que vincula globalmente a las tres, en donde la sociedad es vista como el fin último del desarrollo sustentable (*Véase Figura 1.2*).

El enfoque ecosistémico puede definirse como una estrategia para la gestión integral del suelo, agua, y recursos vivos promoviendo la conservación y el uso sostenible de una manera equitativa, al tiempo que coloca a la gente que vive dentro de los ecosistemas y a sus medios de vida en el centro de las decisiones sobre la gestión y la protección (Guerrero *et al.*, 2006), donde, además, el concepto de ecosistema, se visualiza como la base sobre la cual se funda el entendimiento y el

análisis del paisaje, sea terrestre o acuático. Así el enfoque ecosistémico persigue el mismo objetivo de la Gestión Integrada del Agua (GIA) el uso sustentable de los recursos.

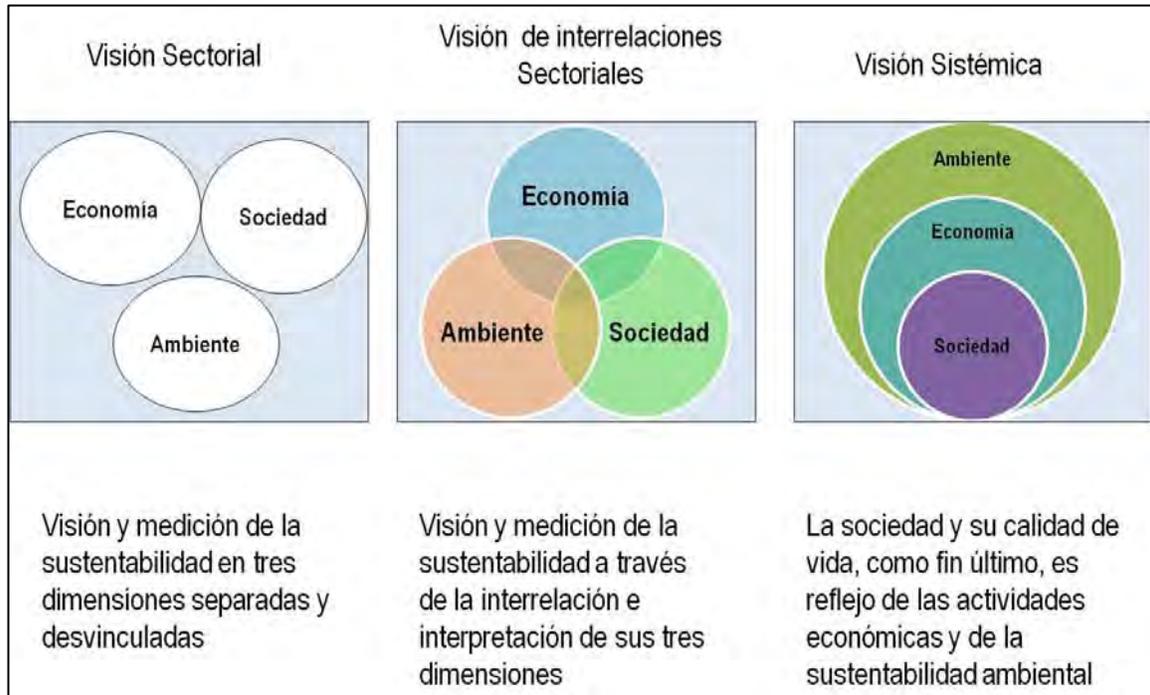


Figura 1.2 Evolución del enfoque de la Sustentabilidad (Fuente: López y Rodríguez, 2009).

Aunque de acuerdo con Hartje *et al.* (2003) no existe una definición aceptada académicamente para el concepto de enfoque ecosistémico, debido a las diferentes interpretaciones que se le pueden dar, desde las antropocéntricas hasta las ecocéntricas, los principios del enfoque ecosistémico son ampliamente aceptados a nivel internacional, Andrade (2004) enumera los siguientes:

- 1) La gestión de los recursos naturales es materia de decisión social.
- 2) La gestión de los recursos naturales debe ser descentralizada a nivel apropiado.
- 3) La gestión debe considerar los efectos actuales y futuros sobre los ecosistemas vecinos.
- 4) En la gestión se debe comprender el contexto económico.
- 5) La gestión debe considerar, como objetivo prioritario, la conservación de la estructura y función de los ecosistemas para garantizar sus servicios.
- 6) Los ecosistemas se deben manejar dentro de sus límites de funcionamiento.
- 7) La gestión debe aplicarse a escalas espaciales y temporales apropiadas.
- 8) Determinación de los objetivos a largo plazo.

- 9) Se deben considerar los cambios inevitables.
- 10) La búsqueda de equilibrio entre la conservación ecológica y el aprovechamiento de los recursos naturales.
- 11) Disponibilidad de la información pertinente, incluyendo las innovaciones tecnológicas recientes y las prácticas históricas recopiladas por las comunidades locales.
- 12) Intervención de todos los sectores de la sociedad y de las diferentes disciplinas científicas.

1.3. La gestión integrada del agua

1.3.1. El movimiento de la gestión integrada del agua

El concepto de la Gestión Integrada del Agua GIA se define como un proceso que promueve el desarrollo coordinado y la gestión de agua, suelo y recursos relacionados, para maximizar el resultado económico y el bienestar social de una manera equitativa, sin comprometer la sustentabilidad de ecosistemas vitales (GWP, 2000).

La gestión integrada del agua ha cobrado importancia en años recientes porque asume como eje central al ecosistema y al mismo tiempo articula de forma armónica las tres dimensiones del desarrollo sostenible: medio ambiente, sociedad humana y economía. También reconoce a los ecosistemas como fuente de beneficios, representados en servicios ecosistémicos, a los cuales la gente debe acceder de manera justa y equitativa. En consecuencia, su manejo debe ser integral y orientado a romper con la disyuntiva de conservación o uso (Guerrero *et al.*, 2006).

Tanto el enfoque ecosistémico como el pensamiento de la GIA son conceptos holísticos que se han desarrollado en las últimas décadas y que se complementan. El primero establece, de manera general, los lineamientos a seguir en cuanto a la gestión de todos los recursos naturales, en tanto que el segundo aborda, de manera más específica, la gestión del agua. Los principios del enfoque ecosistémico tienen el potencial de complementar y enriquecer la práctica de la GIA. Si bien estos principios son conceptualmente interesantes, lo que ha faltado hasta ahora es la implementación en la práctica de aplicación del enfoque ecosistémico; Andrade (2004) hace un análisis de estas limitaciones las cuales se presentan en la **Tabla 1.1**.

Tabla 1.1 Factores limitantes en la implementación del enfoque ecosistémico.

Principios	Factores limitantes
I. La gestión de los recursos naturales es materia de decisión social	Falta de articulación adecuada de los procesos de planificación territorial y sectorial, como planes de ordenamiento territorial, planes de desarrollo urbano a distinta escala espacial (nacional, regional, local) y de manejo por cuencas. Falta de participación ciudadana en el proceso de la planificación: de las comunidades locales, indígenas, etc. Falta de mecanismos de solución de conflictos sociales, económicos, tecnológicos, etc.
II. La gestión de recursos	Falta de la administración desde abajo hacia arriba, con mayor responsabilidad de los

naturales debe ser descentralizada a nivel apropiado	sectores involucrados. Diferencias en la tenencia de la tierra. Falta de consolidación de los sectores en el esquema político-administrativo. Falta de adecuada participación ciudadana.
III. La gestión debe considerar los efectos actuales y futuros sobre los ecosistemas vecinos	No consideración de la importancia del agua para el mantenimiento de los ecosistemas. Políticas a corto plazo, sin visión global del ciclo hidrológico y de las posibilidades de perturbación de los ecosistemas interrelacionados. Planeación urbana sin consideración de los intereses de la naturaleza. Falta del desarrollo de los modelos espaciales basados en la utilización de Sistemas de Información Geográfica (SIG).
IV. En la gestión se debe comprender el contexto económico	Distorsiones del mercado que repercuten en la biodiversidad. Falta de políticas claras sobre asignación del precio de bienes públicos, como agua, tierra, etc. Ausencia de mecanismos de valoración adecuados de costo-beneficio de bienes y servicios (por no incluir las necesidades ecológicas). Intervención de los intereses privados para aprovechamiento de recursos naturales por la debilidad legislativa.
V. La gestión debe considerar como objetivo prioritario la conservación de la estructura y función de los ecosistemas para garantizar sus servicios	Falta de información confiable y suficiente sobre biodiversidad. No compatibilidad de las bases de datos existentes. Prevalencia de evaluaciones sectoriales de sólo un bien o servicio, sin consideración de intra- e inter-relaciones dentro y con otros ecosistemas. Ausencia de indicadores adecuados para el proceso de seguimiento y supervisión de la gestión integral. Falta de evaluaciones continuas para prevenir consecuencias negativas.
VI. Los ecosistemas se deben manejar dentro de sus límites de funcionamiento	Falta de consideración de la resiliencia de los ecosistemas y consecuencias negativas de carácter ambiental y de conflictos sociales, económicos, etc. Gestión sectorial. Problemáticas en territorios transfronterizos. Reglamentación sin adecuaciones a los intereses ecológicos. Falta de información y monitoreo. Falta de investigación científica y evaluaciones.
VII. La gestión debe aplicarse a escalas espaciales y temporales apropiadas	Falta de una política que considere de forma integral el funcionamiento de la naturaleza en espacio y tiempo en conjunto con aspectos sociales y económicos. Falta de apoyo científico y tecnológico. Falta de monitoreo.
VIII. Determinación de los objetivos a largo plazo	Compromisos políticos para obtener resultados inmediatos y visibles durante los tiempos de su mandato. Falta de metodologías apropiadas, información eficiente y modelos espaciales que permitan presentar los escenarios de diferentes situaciones territoriales y periodos.
IX. Se debe considerar los cambios inevitables	Falta de información adecuada sobre las dinámica del funcionamiento de ecosistemas. Ausencia de indicadores apropiados para predecir los cambios en el mediano y largo plazo. Falta de políticas adaptativas (como al cambio climático con su probabilidad de modificaciones ambientales).
X. La búsqueda de equilibrio entre la conservación ecológica y aprovechamiento de los recursos naturales	Falta de mecanismos de participación ciudadana. Falta de reglamentación apropiada para la conservación y preservación ecológica. Falta de reglamentación de distribución justa y equitativa de los beneficios de los recursos naturales.
XI. Disponibilidad de la información pertinente, como las innovaciones tecnológicas recientes y las prácticas históricas recopiladas por las comunidades locales	Falta de promoción del conocimiento generado a nivel local, por las prácticas tradicionales. Pérdida de valores culturales. Falta de articulación de modelos de la realidad locales con intereses regionales y federales del aprovechamiento de los recursos.
XII. Intervención de todos los sectores de la sociedad y disciplinas científicas	Falta de investigación y trabajo interdisciplinario, inter- e intrainstitucional. Ausencia de mecanismos adecuados de participación. Falta de articulación entre las acciones del gobierno y la sociedad.

Fuente: Elaborado con base en Andrade (2004).

Estos factores limitantes en la implementación del enfoque ecosistémico, plantean líneas de acción sobre las cuales trabajar para pasar de las discusiones teóricas a la práctica, por ello la Unión Mundial por la Naturaleza (UICN por sus siglas en inglés), a través de su Comisión de Manejo de Ecosistemas propone cinco pasos a seguir en los proyectos que consideren aplicar el enfoque ecosistémico (Shepherd, 2004). El primer paso consiste en la determinación de los principales actores, el área del ecosistema y el desarrollo de las relaciones entre ellos. El segundo se refiere a caracterizar la estructura y función del ecosistema y elaborar mecanismos para su manejo y monitoreo. El tercer paso consiste en identificar aquellos elementos económicos importantes que afectarán al ecosistema y sus habitantes. En el cuarto paso se deben determinar los impactos probables sobre ecosistemas adyacentes y, finalmente, en el quinto paso se tomarían decisiones sobre los objetivos de largo plazo. Este conjunto de pasos es de gran utilidad pues permite establecer esquemas de trabajo a la hora de determinar los elementos de planeación y análisis en la gestión de los recursos de manera ordenada, lo cual no siempre resulta sencillo, dada la complejidad de elementos naturales y antrópicos que intervienen.

1.3.2. La gestión integrada del agua urbana

El suministro del agua a nivel municipal y su infraestructura son elementos críticos en el paisaje urbano. El desarrollo hidráulico ha sido una parte integral de la existencia humana desde que se fundaron las primeras civilizaciones. La habilidad para capturar, almacenar, purificar y distribuir el agua ha permitido lidiar exitosamente con flujos de agua irregulares y lluvias impredecibles. Una adecuada gestión del agua en las urbes es un requisito básico y parte integral del desarrollo económico y social de éstos. La infraestructura hidráulica es poco notoria, pero fundamental, y se encuentra modelada por el tejido cultural de las sociedades. (Swyngedouw, 1999; 2002).

El rápido crecimiento urbano ha intensificado la presión sobre los recursos naturales para satisfacer las demandas de la población, lo que ha provocado cambios sin precedentes en los ecosistemas a nivel mundial que se traducen en un deterioro significativo tanto en la calidad como en la cantidad de los recursos disponibles para satisfacer las necesidades del hombre y de los ecosistemas. Los cambios provocados por estas alteraciones impactan a los ecosistemas urbanos, incluyendo a las aguas subterráneas y sus ecosistemas acuáticos, lo que resulta en la degradación de dichos ecosistemas (Marsalek *et al.*, 2006). Ante esta situación, en algunos países se ha avanzado en la búsqueda e implementación de nuevas herramientas, con el fin de mejorar el proceso de gestión del agua.

En Australia, se ha consolidado una nueva tendencia en la gestión del agua en zonas urbanas, la llamada Gestión Integrada del Agua Urbana (Integrated Urban Water Management, IUWM, en inglés (Perevochtchikova y Martínez, 2009). La gestión integrada del Agua Urbana es un enfoque desarrollado en los últimos años principalmente en Australia en las investigaciones de Mitchell (2006) y Hardy *et al.* (2005) entre otros autores, con el propósito de apoyar la toma de decisiones en la

administración del agua en los territorios urbanos. La GIAU busca encontrar soluciones conjuntas a un amplio rango de objetivos e intereses que incluyen el suministro de agua, la calidad del agua, el control de inundaciones, la conservación de ecosistemas acuáticos, la solución de conflictos entre usuarios, usos recreativos y de pesquería (GWP, 2004, Heinz *et al.*, 2007). Esta gestión incluye el establecimiento de equipos multidisciplinarios a diversos niveles (local, regional y nacional), para discutir las diferentes perspectivas sobre el recurso y construir acuerdos.

Otra definición de la Gestión Integrada del Agua Urbana la da la UNEP (2003), que la describe como un proceso participativo y de planeación con bases científicas sólidas que atrae en su conjunto a los tomadores de decisiones para decidir cómo satisfacer las necesidades hídricas a largo plazo y al mismo tiempo mantener los servicios ecológicos obteniendo beneficios económicos. Bajo esta visión la GIAU se conforma por la optimización del suministro de agua buscando una gestión de la demanda de agua que incluya políticas de recuperación de costos, el uso de tecnologías eficientes y la gestión descentralizada. Otro elemento de la GIAU es el acceso equitativo al recurso hídrico a través de una gestión transparente y participativa, incluyendo un apoyo efectivo para las asociaciones de usuarios de agua, el involucramiento de grupos marginados y la consideración de temas de género. Para ello se debe incluir una política de mejoramiento, marcos regulatorios e institucionales así como la implementación del principio “quien contamina, paga” y un conjunto de normas de calidad y mecanismos estandarizados basados en el mercado. Otro componente de la GIAU contempla enfoques intersectoriales en la toma de decisiones, que combinen la autoridad con la responsabilidad para manejar el recurso hídrico.

Las herramientas implementadas dentro de la GIAU incluyen una combinación de estrategias tecnológicas y sociales (Desa, 2006) que permiten solucionar diferentes situaciones de orden multidisciplinario. El concepto de la Gestión Integral del Agua Urbana se fundamenta en la premisa de que los servicios centralizados de agua en una ciudad, tanto el suministro de agua, como el saneamiento y el alcantarillado entran en conflicto con el funcionamiento físico de la naturaleza. Como propuesta de solución a este conflicto la GIAU propone que éstos sean considerados como parte del ciclo urbano del agua. El enfoque de la GIAU basado en el ciclo del agua urbano incluye el desarrollo de diferentes alternativas para el agua pluvial, el agua residual y el agua subterránea salina con el objeto de incrementar el rango de opciones disponibles, reducir los impactos ambientales y, con ello, lograr un desarrollo más sustentable (Pinkham, 1999; Niemczynowicz, 1999).

El paradigma de la GIAU se concentra, básicamente, en el manejo del agua por abastecimiento, utilización de recursos hídricos no tradicionales y descentralización del proceso de la administración. Niemczynowicz (1999) observa también que la gestión integral del agua en las zonas urbanas involucra políticas de uso del suelo, planeación del paisaje y de la ciudad, ordenamiento territorial, procesos del desarrollo económico, construcción, regulación y legislación, educación, conciencia ciudadana e integración de la sociedad en el manejo participativo del agua. De acuerdo con este autor y Mitchell (2006), los principios de la GIAU pueden ser sintetizados en los siguientes:

- 1) Todas las partes de ciclo hidrológico, natural y antrópico, de agua superficial y subterránea forman parte de un sistema integrado.
- 2) Se deben considerar todas las necesidades de agua, tanto de actividades antrópicas, como de los ecológicos naturales.
- 3) Se debe considerar al contexto administrativo local como el más efectivo para atender problemáticas ambientales, culturales, y económicas, relacionadas con el recurso agua.
- 4) Incluir a todos los componentes involucrados en la planeación y en los procesos de toma de decisiones
- 5) Dirección hacia la sustentabilidad en la gestión del agua y balance entre los intereses ambientales, sociales y económicos a corto, mediano y largo plazo.

A su vez, dentro del marco de la GIAU, Brown *et al.* (2009) han desarrollado un marco conceptual que explica las transiciones por las que ha pasado el desarrollo de las políticas públicas en materia del agua urbana en Australia, a través de seis diferentes estados urbanos con relación al modelo de gestión del agua (Ver *Figura 1.3*).

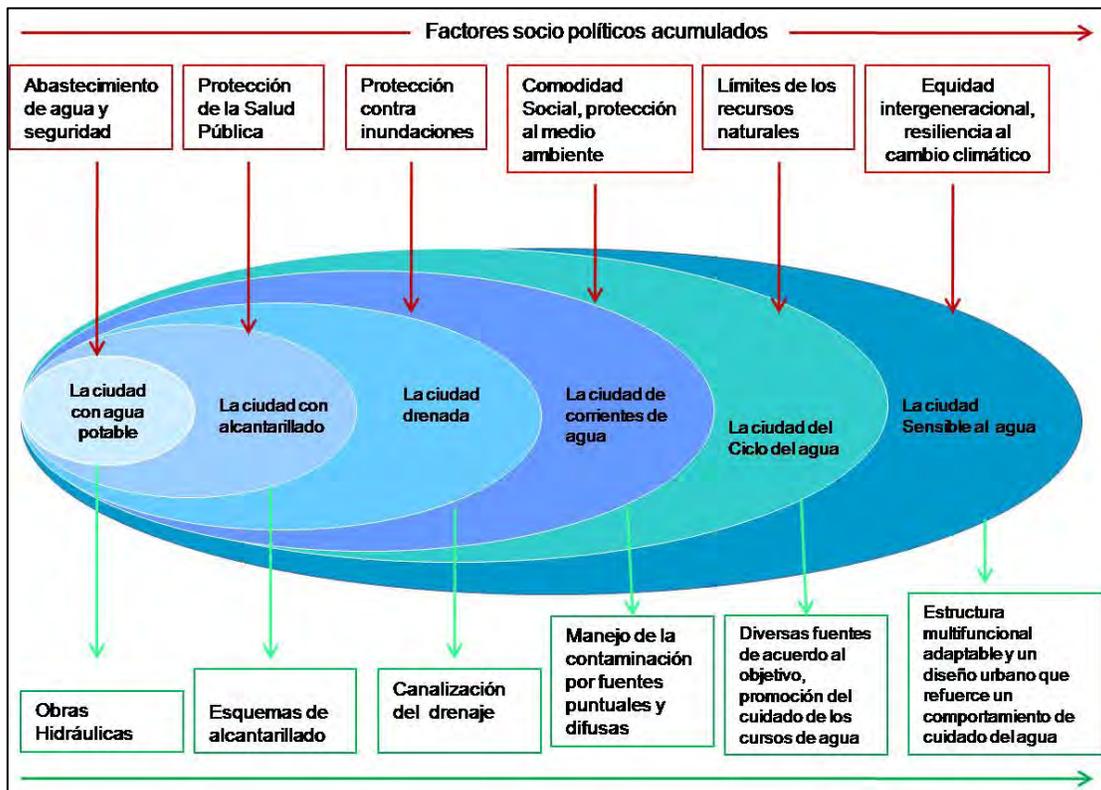


Figura 1.3 Evolución del manejo del agua en las ciudades (Fuente: traducido de Brown et al., 2009).

Este marco conceptual explica cómo, a partir del siglo XIX e influenciados por la cultura británica diseminada en occidente, se han ido incorporando en diversas

etapas nuevas necesidades o factores sociopolíticos que han influido en el conjunto de obras y procesos de gestión del agua de las ciudades, modificando el régimen normativo legal y la percepción cultural y social con respecto al recurso. Así, se ha pasado de una visión en donde el objetivo principal es el suministro de agua potable y alcantarillado, a una visión donde se realiza una propuesta más sustentable, que busca integrar los valores normativos de la reparación y protección ambiental, garantizar el suministro, el control de inundaciones, la salud pública, el equipamiento, la habitabilidad y la sostenibilidad económica, entre otros.

Bajo este esquema, la comunidad se vería impulsada por los valores normativos de protección de la equidad intergeneracional, en lo que respecta a los recursos naturales y la integridad ecológica, así como por la preocupación de que las comunidades y los entornos sean resistentes al cambio climático. En la última fase, el modelo de gestión del agua urbana se caracteriza por tres atributos clave (Brown, 2009): El acceso a una diversidad de fuentes de agua sustentadas por una infraestructura diversa, centralizada como descentralizada; la prestación de servicios de los ecosistemas para el medio ambiente construido y natural y un capital socio-político para la sostenibilidad y comportamientos sensibilizados en el cuidado del agua .

Las ciudades pueden tener acceso a una amplia gama de fuentes de agua, muchas de las cuales están disponibles dentro de los límites de la ciudad. Éstas incluyen las aguas pluviales, aguas subterráneas, aguas residuales recicladas y agua desalinizada. Una estrategia basada en la diversidad de fuentes de agua y la diversidad de infraestructura de agua permitirá que las ciudades tengan un mayor acceso al recurso a costos menores y con menor impacto ambiental.

La evolución en el cambio de paradigmas en la gestión del agua también fue estudiada por Pinkham (1999), quien describe brevemente esta evolución en las ciudades y concuerda con el análisis hecho por Brown *et al.* (2009), señalando que los métodos utilizados por las sociedades industrializadas para gestionar el suministro de agua y alcantarillado de aguas pluviales se establecieron básicamente en líneas generales hace más de cien años. Estos métodos fueron exitosos bajo una perspectiva de saneamiento, pero su eficacia funcional y económica en el cumplimiento de la calidad ambiental, de la vida, y otros objetivos es a menudo, cuestionable, lo que ha dado lugar a nuevos esquemas, que el autor contrasta con los antiguos paradigmas.

En la **Tabla 1.2** se presentan los postulados del viejo y del nuevo paradigma, los cuales evidencian la evolución de la gestión del agua urbana. En resumen, se concluye que la gestión de los recursos es un proceso en constante evolución, cuyos cambios han estado marcados por la necesidad de satisfacer las necesidades de la población y que, en la actualidad, se reconoce la importancia de integrar dentro de estas necesidades la conservación y protección del medio ambiente.

Tabla 1.2 Características del viejo y nuevo paradigma de los sistemas de agua urbana.

El Viejo Paradigma	El Nuevo Paradigma
Los residuos son un problema. Deben ser dispuestos después del tratamiento	Los residuos son un recurso. Deben ser colectados y procesados efectivamente, y usados para abonar suelos y cultivos.
La lluvia es un problema. Hay que transportar el agua pluvial lejos de la zona urbana lo más rápido posible.	El agua de lluvia es un recurso que se debe colectar para abastecimiento de agua, infiltrar o conservar para mantener acuíferos y vegetación.
La demanda es una cuestión de cantidad. La cantidad de agua requerida o producida es el único parámetro relevante para las opciones de infraestructura. Tratar toda el agua de abastecimiento para hacerla potable y coleccionar toda el agua residual para tratamiento.	La demanda es polifacética. La opción de la infraestructura debe equilibrar las diversas características de agua requerida o producida para diversos usuarios finales en términos de cantidad, calidad, nivel de confiabilidad etc.
Un uso. El agua sigue una trayectoria unidireccional, desde la fuente, a un simple uso, al tratamiento y a la disposición en el ambiente.	Recuperación y reutilización. El agua puede ser usada varias veces conectando, en cascada, desde las necesidades de más alta calidad a la más baja.
Infraestructura gris. La infraestructura es hecha de concreto, metal o plástico.	Infraestructura verde. La infraestructura incluye no sólo las tuberías e instalaciones de tratamiento hechas de concreto, metal y plástico, sino también los suelos y la vegetación
Los sistemas de colección y plantas de tratamiento son mejores si son grandes y centralizados.	Los sistemas de colección y plantas de tratamiento deben ser pequeños y descentralizados por ser más posibles y, a menudo, deseables.
Limitar la complejidad y emplear soluciones estándar. Un pequeño número de tecnologías y de profesionales del agua urbana definen la estructura.	Permitir diversas soluciones. Los responsables son multidisciplinarios. Permitir las nuevas estrategias y tecnologías de gestión.
Integración por accidente. Abastecimiento de agua, saneamiento y aguas pluvial pueden ser manejadas por la misma agencia aunque físicamente los tres sistemas sean separados.	Integración física e institucional por diseño. La integración se debe hacer entre el abastecimiento de aguas, aguas residuales y precipitación, los cuales requieren una gestión altamente coordinada.
Colaboración= Relaciones Públicas. Acercamiento a otros organismos y al público, cuando se requiere aprobación o solución pre-elegida.	Colaboración=contrato. Acercar otros organismos y público para la búsqueda de soluciones eficaces.

Fuente: Traducido de Pinkham (1999).

No obstante la aparición de nuevos esquemas y tecnologías, el progreso hacia una gestión integrada del agua urbana aún es lenta. Gleick (2003) sugiere que una barrera fundamental para el progreso en la gestión del agua es la falta de herramientas de evaluación o de algún recurso heurístico para informar sobre el desarrollo de las políticas de largo plazo para la gestión del agua urbana. En ausencia de esta herramienta, actualmente es muy difícil para los investigadores y los profesionales comunicarse y aprender de la evolución de la Gestión Integrada del Agua Urbana. Es en este contexto que los indicadores representan una valiosa herramienta que permita identificar los progresos hechos en la materia.

1.4. Indicadores ambientales y de desarrollo sustentable

Como se mencionó, el interés y la necesidad de un desarrollo sostenible, así como la toma de conciencia frente a las amenazas que se ciernen sobre el medio ambiente, llevó a los países, organismos internacionales, y organismos no gubernamentales a reexaminar los medios disponibles para evaluar y vigilar la evolución en el estado del medio ambiente, el uso de los recursos naturales y los procesos de desarrollo (Bakkes *et al.*, 1994). Uno de estos primeros pasos se dio derivado de la creación de la Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS), que tuvo como objetivo monitorear el progreso hacia este tipo de desarrollo.

El desarrollo de indicadores se inicia a fines de los ochenta en Canadá y en algunos países de Europa y tuvo un mayor impulso a partir de la Cumbre de la Tierra, pero es a partir de la Conferencia sobre Desarrollo Humano, realizada en Estocolmo, Suecia en 1972 y de la Cumbre de Río en Brasil celebrada en 1992, cuando se emitieron recomendaciones para la creación y uso de indicadores que midieran los avances de la compatibilidad ambiental, social y económica en los países participantes.

Quiroga (2001) hace un recuento de la experiencia mundial en la sistematización de indicadores de sostenibilidad ambiental, delimitándolos por sus características en primera (1980), segunda (1990) y tercera generación (2000). En la primera generación los indicadores se caracterizan por ser parciales, dando cuenta de fenómenos complejos desde un sector productivo (agricultura o forestal) o desde la singularidad de un fenómeno, a través de un número reducido de parámetros ambientales (referidos a variables de contaminación o de recursos naturales). Como ejemplos se tiene a los indicadores ambientales de calidad del aire, contaminación del agua, deforestación o de cambio de uso de suelo.

En la segunda generación se caracterizan por ser desarrollados desde un enfoque multidimensional del desarrollo sustentable. Se trata de contar con indicadores de tipo ambiental, social, económico e institucional, sin embargo, aún no se concreta un trabajo sólido en términos de que cada indicador propuesto represente una síntesis de las dimensiones del desarrollo sostenible, o que integre más de una dimensión, lo que se ha realizado es presentar indicadores provenientes de las cuatro dimensiones, sin que éstas realmente se vinculen en forma esencial.

En una tercera generación se propone que los indicadores vinculen en pocas cifras y de forma rápida a un mundo mucho mayor de significados. Aquí se busca poder dar cuenta del progreso hacia el desarrollo sostenible en forma efectiva, utilizando un número limitado de indicadores verdaderamente vinculantes que incorporen y potencialicen sinérgicamente dimensiones y sectores desde su origen (Quiroga, 2001).

Como se puede observar, la complejidad en la problemática ambiental ha evidenciado la necesidad de tomar decisiones político-administrativas que cuenten con programas integrales de seguimiento, elaborados con base en los resultados del análisis riguroso de la situación y el impacto ambiental (UNDP, 2005), que revelen los diversos problemas, sus causas, efectos y procesos, con base en información

suficientemente sólida, de ahí surgió la necesidad de realizar evaluaciones y diagnósticos de la gestión de los recursos con información sintetizada.

Las tecnologías modernas han incrementado el flujo de información, pero no necesariamente la habilidad para absorber estos datos, y se requiere de herramientas que condensen y resuman la información para hacerla entendible (UNESCO, SCOPE, 2006). Por ello los indicadores han demostrado ser una herramienta cuyo papel clave es el de sintetizar los datos con el propósito de proveer una visión lo más cercana a la realidad sobre los fenómenos a analizar (Ver **Figura 1.4**).



Figura 1.4 Pirámide de la información (Fuente: Traducido de Hammond et al., 1995).

Los indicadores son vínculos con el mundo, como lo comenta el IISD (1999). Un indicador es un parámetro o el valor resultante de un conjunto de parámetros, que ofrece información sobre un fenómeno, con un significado más amplio que el directamente asociado a la configuración del parámetro (OECD, 1998). Otra definición más amplia dice que es aquel que comprende un dato único (una variable) o un valor resultante de un conjunto de datos (agregación de variables) que describe un sistema o un proceso que tiene significado más allá del valor literal de sus componentes. El objetivo de un indicador es comunicar información sobre el sistema o proceso (ONU, WWAP, 2003).

El uso de indicadores se encuentra ampliamente difundido en diversas instituciones a nivel nacional e internacional en materia ambiental. En la última

década se ha visto un extraordinario interés en el desarrollo de indicadores tanto en países industrializados como, en un menor grado, en países en desarrollo, debido a su utilidad en una extensa gama de escenarios y por un amplio rango de actores: cuerpos institucionales e intergubernamentales, gobiernos nacionales y departamentos nacionales, sectores económicos, administradores de regiones geográficas o ecológicas, comunidades locales, organizaciones no gubernamentales y el sector privado (Pinter *et al.*, 2005).

Esta enorme actividad en el desarrollo de indicadores ha producido una amplia variedad de éstos. Prueba de ello es el compendio de indicadores de desarrollo sustentable elaborado por el IISD (International Institute for Sustainable Development). Este compendio a la fecha de elaboración de este trabajo, presentaba un total de 894 iniciativas de indicadores, las cuales incluyen desde reportes de estadísticas, informes de desempeño ambiental, indicadores e índices propuestos tanto por organismos internacionales, federales, estatales como del sector académico y de la industria privada. Estos indicadores han sido elaborados con enfoques, metodologías, objetivos y escalas diferentes, por lo que una sola clasificación es imposible; Guío Torres (2006) ha realizado un análisis de las diferentes propuestas donde determina la existencia de seis tipos de enfoques de indicadores de sustentabilidad que se muestran en la **Tabla 1.3**.

Tabla 1.3 Principales enfoques utilizados en los indicadores de Desarrollo Sustentable.

Enfoque	Características principales	Resultado
Dimensiones de la sustentabilidad	La sustentabilidad es entendida como la suma de efectos en tres o más dimensiones. Es común considerar el enfoque del medio ambiente, la economía y la sociedad	Lista de indicadores por dimensión
Ajuste de la contabilidad económica	Se consideran los bienes ambientales como servicios son valorados en términos monetarios para considerarlos dentro de las cuentas ambientales.	Producto Interno Bruto Modificado
Medición biofísica	Contabilización de los bienes naturales necesarios para realizar alguna actividad económica	Huella ecológica
Contabilización de flujos de energía y material	Buscan describir el metabolismo de las ciudades y/o sectores productivos, para determinar las existencias y trayectorias de flujo de recursos / material a lo largo de todos los usos en cierto límite (empresa territorial, sectorial)	Modelos dinámicos o estáticos de flujos de materiales
Enfoque de Causalidad Presión Estado Respuesta	Busca describir la cadena de causalidad de un fenómeno ambiental particular.	Descripción de la causalidad de un fenómeno así como los efectos sobre el medio ambiente.
Delimitado por objetivos	Miden la consecución de un objetivo concreto considerado como beneficioso para la sostenibilidad.	Ejemplo. Lista de indicadores del Milenio.

Fuente: Guío Torres (2006).

Adicionalmente, con el fin de ampliar esta clasificación se presenta una explicación más detallada de los diferentes indicadores existentes, los cuales pueden ser analizados por la metodología utilizada en su diseño, por su metodología, por el grado de condensación de la información y, finalmente, las principales propuestas a nivel regional.

1.4.1. Clasificación por su metodología

En la literatura existen diferentes metodologías sobre cómo puede construirse un indicador o un conjunto de indicadores (Bossel, 1999; Meadows, 1998). Los principales modelos de desarrollo identificados por la ONU y la WWAP de acuerdo con los autores mencionados se configuran en cuatro métodos: i) El método de abajo a arriba en donde la lógica va desde los datos a los parámetros y de éstos a los indicadores; el método de arriba abajo, que sigue el descenso lógico desde la visión a los temas, de éstos a las acciones y de éstas a los indicadores; el método de sistemas que basa los indicadores en un análisis amplio de las entradas y salidas del sistema; y el método de causa-efecto (conocido como método de Presión-Estado-Respuesta y que tiene otras variantes Fuerza motriz- Presión-Estado-Impacto- Recurso o Fuerzas conductoras-Presión-Estado-Exposición-Efecto-Acción, que utiliza una lógica de causalidad de los indicadores.

El método de abajo a arriba

Este método utiliza una pirámide de información, en donde la lógica es agregar datos primarios disponibles, a lo largo de varios niveles jerárquicos, dando lugar a indicadores que utilizan métodos intuitivos y matemáticos. Este tipo de indicadores es criticado por ser demasiado reduccionista, y se considera de escasa utilidad.

El método de arriba abajo

Este método sigue una estructura en la que se define una meta general y a partir de ésta, se definen objetivos, para lo cual se elige un indicador objetivamente verificable. Entonces se diseña la acción en torno a las intervenciones necesarias para conseguir la meta. La distinción entre propósito, resultado y actividad varía a menudo, pero constituye un paso valioso para distinguir entre diferentes niveles de intervención. Ejemplo de este tipo de indicadores son las Metas de Desarrollo del Milenio.

El método de sistemas

Este método analiza de forma completa las entradas, inventarios o existencias y las salidas de un tema dado, antes de definir los indicadores. Se basa en el concepto de dinámica de sistemas, y ofrece una vía para avanzar en la comprensión del comportamiento de cada sistema a lo largo del tiempo. Este método argumenta que: a) la mayoría de los sistemas mantiene interacciones con otros sistemas que son esenciales para su viabilidad. b) La mayoría de las interacciones

son jerárquicas, con subsistemas que contribuyen al funcionamiento de un sistema. c) La viabilidad del sistema total depende de la viabilidad de muchos, pero no necesariamente de todos sus subsistemas (IISD, 1999).

Este método se ha aplicado para desarrollar indicadores de sustentabilidad, y se basa en indicadores específicos que tratan de sistemas humanos, sistemas de apoyo y sistemas naturales. Aunque este enfoque parece prometedor, su uso aún se encuentra limitado al ámbito académico.

El método de causalidad

Es el método más ampliamente utilizado para el desarrollo de indicadores y fue introducido por primera vez por la OCDE en 1994; se basa en una lógica de causalidad: las actividades humanas ejercen *presiones* sobre el ambiente y cambian la calidad y cantidad de los recursos naturales (*estado*) y la sociedad responde a estos cambios a través de políticas ambientales, económicas y sectoriales (*respuestas*) (OECD, 1998), Véase **Figura 1.5**.

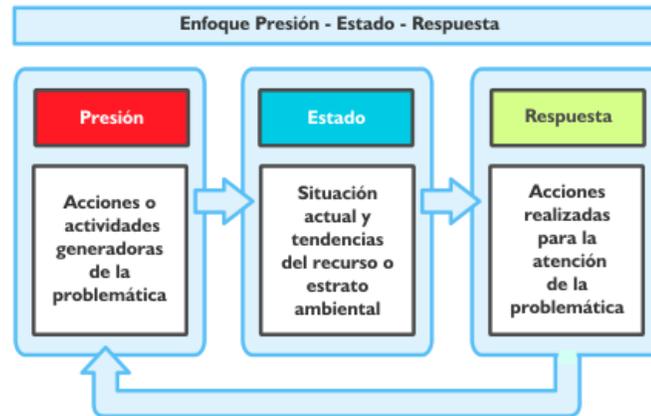


Figura 1.5 Esquema Presión -Estado -Respuesta (Fuente: elaborado con base en OECD, 1998).

Los indicadores de Presión describen las presiones que ejercen las actividades humanas sobre el ámbito biofísico y los recursos naturales. Este grupo de indicadores proporcionan elementos para evaluar la evolución de la problemática ambiental.

Los indicadores de Estado se relacionan con la calidad del ambiente y en términos cualitativos y cuantitativos, con los recursos naturales, ofreciendo un panorama de la situación (estado) en que se encuentra el medio ambiente y de su evolución en el tiempo.

Los indicadores de Respuesta muestran las reacciones de la sociedad ante los cambios ambientales y los problemas relacionados con el ambiente. Estos indicadores refieren las acciones para a) atenuar los efectos desfavorables de las

actividades humanas en el ambiente, b) disminuir el deterior que sufre el ambiente o revertir el proceso y c) las medidas de protección y conservación del medio ambiente.

Entre las virtudes que ofrece el esquema PER esta el que permite hacer comparaciones a diferentes escalas, internacional, nacional. Este paradigma supone implícitamente que el problema está bien delimitado, claramente definido, es relativamente simple y es lineal con respecto a la causa y al efecto. Al abordar temas como los recursos naturales, el pensamiento causal lineal hace percibir los diversos y muy complejos sistemas naturales como estructuras de ingeniería susceptibles a las manipulaciones con resultados previsibles y bien controlados (Hjorth and Bagheri, 2006), lo cual está muy lejos de la realidad, siendo ésta la objeción más seria a este enfoque, pues de acuerdo con Bossel (1999) no tiene en cuenta la naturaleza sistémica y dinámica de los procesos y su incorporación en un sistema mayor que tiene retroalimentación con otros procesos.

Otro marco dentro de este esquema de la causalidad de mayor complejidad es el propuesto por la Agencia Europea Ambiental FPEIR: Fuerzas Conductoras (sectores tales como industria y transporte) que ejercen presiones al ambiente (desechos y emisiones contaminantes), las cuales entonces degradan el estado del ambiente (el agua, atmósfera, tierras y otros recursos), ocasionando impactos en la salud humana y los ecosistemas, llevando a la sociedad a adoptar respuestas a través de medidas políticas (regulaciones, información e impuestos) que pueden dirigirse hacia los agentes o factores del sistema (*Figura 1.6*).

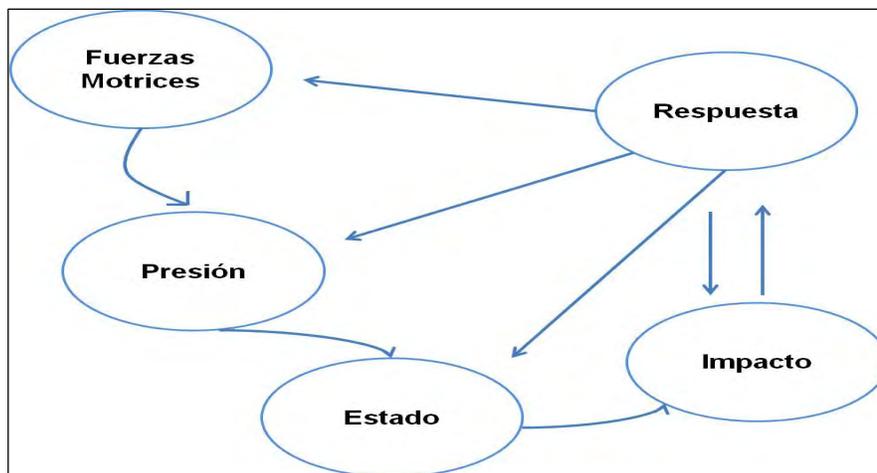


Figura 1.6 El esquema FPEIR (Fuente: Traducido de EEA, 2005).

1.4.2. Subdivisión por el grado en el cual se condensa la información

El Banco Mundial (1997) propone clasificar a los indicadores de acuerdo con el grado en el cual condensan la información y reflejan el grado de avance en la integración y maduración de los conjuntos de indicadores. Así, existen indicadores atomizados o individuales; indicadores temáticos e indicadores sistémicos.

Indicadores individuales o atomizados

Estos indicadores representan el menor nivel de agregación y se caracterizan por una lista o menú de indicadores que pueden exceder fácilmente la centena de ellos. La filosofía detrás de éstos es identificar variables clave de diversos temas de interés, cuyo monitoreo permita ver el grado de avance en el cumplimiento de algunos objetivos, sin considerar aspectos de causalidad. Este tipo de iniciativas no definen puntos de referencia contra los cuales se deban comparar los valores del indicador. Tampoco toma en cuenta las diferentes necesidades de los usuarios. Esto ha llevado a decir que sus promotores no reconocen el papel esencial de los puntos de referencia en la construcción de un indicador.

La identificación de los indicadores incluidos en estos conjuntos se realiza, por lo general, mediante la reunión de expertos regionales e instituciones internacionales, quienes proponen indicadores en su área de especialidad. Estas recomendaciones son integradas por un grupo de trabajo que genera una propuesta, la cual se refina conforme se aplica en distintas regiones. El ejemplo típico es la iniciativa de la Comisión de Desarrollo Sustentable de las Naciones Unidas (CDS), iniciada en 1995, que ofrece un marco conceptual y una multitud de indicadores (UNCDS, 1996).

Indicadores temáticos

En un enfoque intermedio se encuentran los indicadores temáticos en el que se agrupa por temas a una selección de indicadores, generalmente pequeña para cada uno de los principales temas de política ambiental. Una de las instituciones que ha usado este enfoque es la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (*USDI*, por sus siglas en inglés), que ha compilado un conjunto de indicadores para cada uno de sus programas orientados a evaluar el desempeño ambiental. También lo han utilizado países como Canadá, Holanda, Alemania, Finlandia, Islandia, Noruega y Suecia, que si bien mantienen un conjunto de indicadores organizados con el modelo PER, también los agrupan en una serie de temas de política ambiental (World Bank, 1997).

El trabajo sobre indicadores ambientales realizado por la OCDE también ha seguido este enfoque, enriquecido por la experiencia práctica en el uso de herramientas analíticas y de evaluación. Por ejemplo, sus exámenes de desempeño ambiental emplean sistemáticamente indicadores para apoyar e ilustrar los análisis. De este modo se obtiene una retroalimentación sobre la importancia política y la solidez analítica de los indicadores ambientales (OCDE, 1996). En la **Tabla 1.4** se muestran algunas propuestas de indicadores por ejes temáticos.

Tabla 1.4 Indicadores ambientales por áreas temáticas.

Nombre del grupo de Indicadores	País	Áreas temáticas
Indicadores Canadienses de Sustentabilidad Ambiental	Canadá	Calidad del aire, agua dulce, emisión de gases de efecto invernadero
El estado de los ecosistemas de la Nación	Estados Unidos	lluvia ácida, la calidad del aire, atmósfera, naturaleza y biodiversidad, pesca, bosques, agua dulce, recursos naturales, océanos mares y costas, sustancias químicas nocivas, humedales, el agua potable y aguas subterráneas
Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México	México	Calidad del aire, ambiente, cambio climático, pesca, bosques, agotamiento de la capa de ozono, sustancias químicas perjudiciales, residuos, aguas subterráneas, aguas residuales, biodiversidad, suelo, disponibilidad de agua
Indicadores Ambientales de la República de Panamá	Panamá	Calidad del aire, naturaleza y biodiversidad, energía, pesca, bosques, uso de suelo, residuos sólidos otros, agua potable, aguas residuales, áreas protegidas, desastres naturales
Sistema Nacional de Indicadores Ambientales	Uruguay	Calidad del aire, agricultura, atmósfera, cambio climático, energía, pesca, forestal, vivienda, uso de la tierra, agua potable

Fuente: Elaboración propia con información de The Compendium of Sustainable Development Indicator Initiatives (IISD, 2010).

Indicadores sistémicos

Este tipo de conjuntos de indicadores se han diseñado para que, mediante valores únicos, muestren cuando los sistemas complejos se encuentran en dificultades. Se trata del tipo de indicadores más ambiciosos en cuanto a condensación de información, y los cuales generalmente pierden precisión debido a su mayor agregación. Según esta forma de clasificar los indicadores, los índices son un caso particular de indicadores sistémicos que resumen en valores únicos el estado del desarrollo. Están basados en la agregación temporal, espacial o temática de indicadores y parámetros mediante algoritmos, todo ello con la intención de presentar la información de manera más sintetizada.

Esta combinación de la información contenida en dos o más indicadores, conocidos como índices agregados, intenta proporcionar mensajes sencillos sobre aspectos ambientales complejos. Entre sus ventajas destaca su potencial para simplificar los procesos de comunicación pública y alcanzar a la audiencia que comúnmente recibe poca información ambiental. No debe olvidarse, sin embargo, que al reducir el número de indicadores mediante el proceso de condensación de la información, se puede correr el riesgo de cometer errores de interpretación por parte de los usuarios, los cuales no están siempre conscientes de los alcances y las limitaciones de las metodologías del índice. Por otro lado, el mensaje que pretende transmitir puede estar distorsionado por la ausencia de algunos datos y la diferencia en la calidad de la información o de conceptos. En la **Tabla 1.5** se presentan los índices más populares relacionados con la medición del desarrollo sustentable.

Tabla 1.5 *Índices propuestos para la evaluación del desarrollo sustentable.*

Organismo promotor del índice	Índices Propuestos	Características
World Conservation Union	Indicador de Bienestar Wellbeing Index	Se compone de dos subíndices: El índice de bienestar humano, y el índice de bienestar del ecosistema.
World Economic Forum	Índice de Sustentabilidad Ambiental	Los indicadores son agregados en 5 componentes: Sistemas ambientales, reducción del estrés ambiental, reducción de la vulnerabilidad humana, capacidad social e institucional, liderazgo global.
Desarrollado por Daily y Coob y aplicado por Estados Unidos, Inglaterra, Alemania, Holanda, Japón.CEPAL	Índice de Bienestar Económico Sostenible ISEW	Integra ponderadamente variables económicas, distributivas, sociales y ambientales, las que reciben valoraciones en una escala única y ponderaciones.
Earh Day Network	Huella Ecológica	Realiza el cálculo del consumo y generación de residuos de cada país, el consumo así como la capacidad del planeta para generar nuevos recursos y absorber residuos.
World Wilde Foundation	Índice del Planeta viviente.	Mide los cambios en la salud de los ecosistemas naturales del mundo desde 1970, enfocándose en los bosques, aguas dulces y biomasa marina del planeta, como reservorios de la biodiversidad del mundo.
Desarrollado por Clifford Cobb, Ted Halstead and Jonathan Rowe,	Indicador del Progreso Genuino Genuine Progress Indicator	Es una medida del desempeño económico de los Estados Unidos, que incluye las contribuciones económicas de los hogares y el trabajo voluntario, mientras que restar factores tales como la delincuencia, la contaminación y la desintegración familiar. Representa una contrapuesta a la medición del desarrollo de las naciones con base en el PIB.
PNUD	Índice de Desarrollo Humano	Índice compuesto que combina índices de desarrollo relacionado con el género.,
PNUD	Índice de Pobreza Humana	Mide el nivel de carencia de tres elementos esenciales de la vida humana, longevidad, conocimiento y condiciones de vida aceptables

Fuente: Elaboración propia con información de ONU, WWAP, (2003), The Compendium of Sustainable Development Indicator Initiatives (IISD, 2010) y Quiroga (2001).

1.4.3. Desarrollo de indicadores por regiones geográficas

Adicionalmente al análisis de las diferentes metodologías existentes en la elaboración de los indicadores se consideró pertinente hacer una revisión de diversas iniciativas que incluyen entre sus áreas temáticas al agua, agrupándolas por regiones geográficas: Norteamérica (Canadá, EUA y México), Centro y Sudamérica. Se realizó un análisis para cada región. En el **Anexo 2** se muestran, por país, las iniciativas presentadas en el compendio antes señalado; cabe destacar que constituye un primer ejercicio de revisión de las propuestas de indicadores que existen en la actualidad.

En la región de Norteamérica se observó que el país que cuenta con el mayor número de propuestas es Canadá, con siete iniciativas, las cuales incluyen tanto listados de indicadores por tema sin una metodología específica, como de indicadores con base en el enfoque P-E-R e índices de sustentabilidad. Estados Unidos, por otra parte presenta también cuatro propuestas de indicadores que incluyen dos reportes sobre el estado de varias áreas temáticas, un programa de monitoreo y evaluación ambiental y una iniciativa de indicadores. Finalmente México es el país con menos iniciativas, presentando únicamente el conjunto de indicadores Básicos del Desempeño Ambiental elaborados por la SEMARNAT.

Este reducido número de indicadores propuestos, no se limita a México, para los casos de Centro y Sudamérica se observa una escasa producción de propuestas de indicadores, la mayoría de ellas han sido llevadas a cabo por encargo de la Comisión para el Desarrollo de las Naciones Unidas, que incluye dentro de las Metas del Milenio el desarrollo de indicadores para la evaluación del desempeño ambiental, como se mencionó anteriormente. Del análisis realizado para esta región se observa que sólo cuatro países han elaborado, de manera independiente, propuestas de indicadores. Destaca el Global Environment Outlook (Perspectivas del Medio Ambiente) promovida por el PNUMA el cual representa la aplicación del mandato de esta institución, de mantener al medio ambiente bajo revisión a escala mundial (PNUMA, 1995)

Finalmente, en el análisis para el resto del mundo se observó que África y Europa también han hecho esfuerzos para contar con indicadores aplicables a todo el continente. En el caso de África, se observan sólo dos iniciativas de países que corresponden a Egipto y a Malawi y que únicamente comprenden reportes sobre el estado del medio ambiente, asimismo en Europa y Oceanía tampoco son muchos los trabajos presentados, siendo Francia y Australia los países que han trabajado más los indicadores. Por otra parte, es necesario señalar que dentro del compendio no se encontró ninguna iniciativa proveniente de Asia.

Haciendo un análisis en conjunto de todas las iniciativas mencionadas se observa que buena parte de éstos han sido realizados por encargo de algún organismo internacional como el PNUMA o la Comisión para el Desarrollo Sustentable de la ONU, lo que reduce el número de enfoques aplicados. De la revisión hecha al compendio utilizado para la clasificación de estos indicadores, se observa, por otra parte, que una proporción pequeña de países publican los indicadores desarrollados y aún menos es la cantidad de iniciativas que dan continuidad al conjunto de indicadores propuestos. En su mayoría se observa que conforman reportes que son publicados una vez, aunque establezcan que existirá una periodicidad en la medición de indicadores, lo cual impide realizar comparaciones en el tiempo para evaluar si efectivamente existen progresos respecto a las metas fijadas.

En lo que se refiere a la amplia gama de indicadores Parris y Kates (2009) concluyen que no existen conjuntos de indicadores que sean universalmente aceptados, apoyados por una teoría convincente, recopilación de datos y análisis rigurosos y de gran influencia en la política. Esto se debe a la ambigüedad del desarrollo sostenible, la pluralidad de los fines de caracterizar y medir el desarrollo

sostenible y la confusión de la terminología, datos y métodos de medición. Un paso importante en la reducción de tal confusión sería la aceptación de las diferencias en la terminología, datos y métodos. Con el fin de reducir la confusión destacan en cambio la necesidad de realizar investigaciones sobre la escala, el nivel de agregación, los límites críticos y los umbrales de los indicadores.

Adicionalmente en el **Anexo 3** se presenta una lista de los indicadores utilizados a escala local, que contemplan entre los temas de análisis al agua. A diferencia de los indicadores a nivel nacional e internacional, el número de propuestas disminuye, así como la variedad de marcos conceptuales, siendo el de mayor uso el esquema Presión -Estado -Respuesta. En este caso los países que destacan por el número de propuestas son Estados Unidos, Sudáfrica y Canadá.

1.5. Uso de indicadores, principios y restricciones en su elaboración

Independientemente de la metodología o la complejidad para la construcción de los indicadores, lo que importa es que la selección de la variable, o la agregación de varias variables ofrezcan al público para el que se ha diseñado, una imagen clara del tema que se evalúa. Entre las cualidades por las que se hace uso de ellos se encuentra el que se simplifican y resumen las propiedades importantes que permiten visualizar fenómenos de interés, así como cuantificar y comunicar información relevante (Gallopín, 1997). La OECD (1998), encuentra que los indicadores reducen el número de medidas y parámetros que normalmente se requieren y ofrecen una presentación lo más cercana posible al estado actual del ambiente. Los indicadores significan una herramienta importante en la gestión de los recursos, ya que, de acuerdo con el PNUD (2007), los indicadores pueden proveer directrices en diferentes formas, porque pueden trasladar el conocimiento científico tanto del medio físico y social, en unidades de información manejables, que facilitan el proceso de toma de decisiones; ayudan a medir y calibrar los progresos hechos hacia las metas del desarrollo sustentable; proveen información para comparaciones espaciales y proporcionan información temprana con respecto a las condiciones futuras y tendencias estadísticas.

Así, las funciones principales de los indicadores son la simplificación, la cuantificación y la ordenación. Los indicadores pueden integrar y relacionar información y permitir la comparación de diferentes regiones y de diferentes aspectos.

El remarcado interés sobre los indicadores se basa en la creciente necesidad de contar, con información de manera regular, de calidad con resoluciones espaciales y temporales apropiadas; producto de la creciente complejidad de los problemas ambientales y de la enorme cantidad de datos disponibles.

Para la selección de indicadores Lorenz (1999) propone cinco pasos a seguir (Ver **Figura 1.7**), los cuales comprenden: a) Definición de la necesidad de información; b) el desarrollo de un marco conceptual; c) la formulación de posibles

medir. A partir de este marco conceptual se hace una selección de indicadores posibles. La selección adecuada de los indicadores, a partir de ciertos criterios, ha sido cuidadosamente elaborada por diversas instituciones como la OCDE (2003), la ONU y la WWAP (2003).

En la **Tabla 1.6** se presenta un resumen de los requisitos científicos y políticos que deben cumplir los indicadores de acuerdo con los autores antes mencionados. Cabe señalar que no todos los requisitos serán cumplidos en su totalidad y que, en algunos casos, se deberán hacer las adecuaciones necesarias. Un requisito en la selección de los indicadores es la disponibilidad de los datos, que deben estar disponibles para construir el indicador, y, en caso contrario, se deberán recolectar. En este punto la inversión en la recolección de datos debe considerarse y ser costeable, además de que éstos deben convertirse a una escala espacial apropiada.

Tabla 1.6 *Requisitos de los Indicadores.*

Requisitos Científicos	Requisitos Políticos
<ul style="list-style-type: none"> ■ Base sólida y bien fundada en conocimiento científico ■ Representatividad, describiendo el estado o la calidad de un tema o una materia, dando información significativa y precisa ■ Definidos de forma clara y coherente, de modo que no se presten a diversa interpretaciones ■ Desarrollados dentro de un marco conceptual y operativo acordado ■ Expresión cuantitativa ■ Ser sensibles al cambio de forma que pueda medirse el cambio en el resultado ■ Ser susceptibles de ser actualización a intervalos regulares de tiempo ■ Previsores, de alerta precoz, capaces de indicar la degradación o el riesgo antes que ocurra un daño grave. ■ Estables, tener baja variabilidad natural con el fin de separar los efectos causados por el estrés o efecto determinado ■ Aplicables a muchos casos de estrés, utilizables en diferentes regiones ■ Especificar las incertidumbres 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hechos a la medida de las necesidades de los usuarios primarios ■ Son propiedad de los usuarios ■ El problema debe ser gestionable y debe conocerse la cadena causa-efecto del indicador para facilitar el abordaje del problema ■ Deben contar con un objetivo o umbral con el que puedan compararse o una escala explícita que comprenda desde los estados no deseables hasta los estados deseables (con ponderaciones específicas) con el fin de evaluar el significado de la información. ■ Registrar los cambios en el desarrollo atribuibles a la política. ■ Puedan ser vinculados con modelos y sistemas de pronóstico y de información ■ Sencillos de fácil interpretación y atractivos para la sociedad con el fin de facilitar la comunicación entre políticos y la sociedad. ■ Coincidentes con los planes políticos nacionales e internacionales e indicando el progreso de la política ■ Disponibilidad de datos históricos que muestren tendencias a lo largo del tiempo. ■ Los datos deben ser fácilmente recolectables, reduciendo el costo del indicador ■ Normalizados, permitir la comparación y proporcionar la base para la comparación regional, nacional e internacional. ■ Estar adecuados en consensos internacionales

Fuente: Elaboración propia con base en ONU, WWAP (2003) y OCDE (2003).

En una última etapa se desarrollan los indicadores. Si se dispone de datos suficientes, se procede a calcular el indicador, si no es así, los datos deben

recolectarse y si no es posible la recolección de datos, es necesario considerar otros indicadores.

Principios guía en la elaboración de indicadores

El desarrollo de indicadores es un proceso dinámico basado en un constante aprendizaje. Esto significa que un conjunto de indicadores no es definitivo, éstos deben adaptarse y mejorarse sobre la base de las necesidades de información, el progreso o cambio del sistema que se evalúa, la experiencia científica obtenida con el uso de los indicadores, así como de los usuarios de estos indicadores, y aunque como se ha visto existen varias metodologías en la elaboración de los indicadores, la OCDE (2003) propone los siguientes principios guía para su elaboración.

1) Son solo una herramienta. Los indicadores no están diseñados para proporcionar una visión completa de las cuestiones ambientales, sino más bien para ayudar a revelar las tendencias y llamar la atención sobre los fenómenos o cambios que requieren más análisis y posible acción.

Los indicadores son únicamente una herramienta para la evaluación; es necesaria la interpretación científica, orientada a la política en evaluación, para que éstos adquieran su pleno significado. Tienen que ser complementados con otra información cualitativa y científica, en particular en la explicación de las fuerzas motrices detrás de los cambios, indicador que constituye la base de una evaluación. También se debe tener en cuenta que algunos temas no se prestan a la evaluación de las medidas cuantitativas o indicadores.

2) Deben contar con un contexto apropiado. La relevancia de los indicadores varía por el país y por el contexto, por lo que deben ser comunicados e interpretados en el contexto apropiado, teniendo en cuenta las diferentes características geográficas, sociales, económicas e institucionales de cada país.

3) Comparabilidad y estandarización. La mayoría de indicadores de la OCDE se centran en el nivel nacional y están diseñados para ser utilizados en un contexto internacional. Esto implica no sólo a nivel nacional que, los indicadores agregados funcionen, sino también a un nivel adecuado de comparabilidad entre los países. No existe un método único de la normalización para la comparación de indicadores ambientales en todos los países. El resultado de la evaluación depende del denominador elegido (como el PIB, población, superficie), así como de las definiciones nacionales y métodos de medición. Por tanto, resulta apropiado para diferentes denominadores que se utilicen de manera paralela, para equilibrar el mensaje transmitido. En algunos casos, los valores absolutos pueden ser la medida adecuada, por ejemplo, cuando los compromisos internacionales están vinculados con los valores absolutos.

Además, la elección del nivel inicial de una presión ambiental y del período de tiempo considerado puede afectar a la interpretación de los resultados, porque los países no pueden proceder con arreglos a un calendario diferente.

4) Nivel de detalle. Dentro de un país puede haber un mayor nivel de detalle o desglose necesario, en particular cuando los indicadores son para apoyar la toma de decisiones sub-nacionales o sectoriales. Esto es importante, por ejemplo, cuando se trata de una cuenca o de la gestión de ecosistemas, utilizando los indicadores que describen los conductores que sean pertinentes a nivel local, nacional o cuando los indicadores esconden importantes diferencias regionales. La medida real de los indicadores en estos niveles se fomenta y se encuentra dentro de la responsabilidad de cada país. A estos niveles, sin embargo los problemas de comparabilidad se pueden agravar más.

Restricciones y problemas en el uso de indicadores

A pesar de la creciente popularidad en el desarrollo de indicadores de sustentabilidad, índices y sistemas de información en los sectores público y privado, su eficacia en la evaluación y desarrollo de políticas públicas a menudo resultan todavía muy limitadas, esto se debe a que existe una gran diferencia entre el potencial de los indicadores y la influencia real de éstos en las políticas y prácticas, lo que sugiere una amplia gama de ajustes para que los indicadores puedan desempeñar un papel mucho más importante en la articulación y seguimiento de los progresos hacia una visión de sustentabilidad (Pintér *et al.*, 2005). Esta diferencia puede deberse a que, en la actualidad, son muy pocas las investigaciones sobre indicadores de gestión del agua a nivel local que ayudan a visualizar y medir los problemas de una localidad, donde se aplican y promueven las políticas públicas.

Por otra parte, debido a las numerosas ventajas de los indicadores, así como su potencial uso se puede llegar a un uso indiscriminado de éstos, donde algunos autores han advertido los riesgos que esto implica. De acuerdo con Bertrand Krajewsky *et al.* (2000) existe la posibilidad de tomar decisiones basadas en información muy limitada o no representativa y, por otra parte, existe la imposibilidad de evaluar apropiadamente los criterios ambientales, lo que lleva a la consideración de que todas las estrategias son equivalentes desde un punto de vista ambiental. Según Mayer (2008), las políticas adoptadas pueden ser no efectivas o contraproducentes si no se consideran los factores que influyen el comportamiento de los índices; la escala de los datos disponibles y la elección de las fronteras del sistema; la inclusión, transformación y peso de los datos en los indicadores así como el método de agregación usado, y es que, como menciona León (2006), los indicadores son un reflejo parcial de la realidad, contruidos a partir de incertidumbres y modelos imperfectos. En este sentido, la responsabilidad de que un sistema de indicadores sea adecuado, depende de la correcta selección y documentación de los indicadores, así como de la elaboración de un marco de trabajo conceptualizado bajo las escalas apropiadas (temporal y espacial).

Varios autores han identificado una serie de restricciones y problemas que limitan significativamente la evaluación apropiada de los indicadores y criterios de sustentabilidad. En específico, Shah (2004) y la UNEP (1999), determinan dos grupos de restricciones: las institucionales y técnicas. Las primeras están relacionadas con una necesidad de desarrollar metodologías que aborden temas sobre estadísticas e indicadores, así como entrenamiento en la capacidad de construir indicadores donde las limitaciones constituyen la falta de recursos,

personal y equipo; también existen dificultades con la agregación y comparación de grupos de datos en el manejo de datos, falta de sistemas de compilación así como falta de relevancia en ciertos temas.

Las restricciones técnicas están relacionadas con una falta de entrenamiento en las metodologías relacionadas con los indicadores de desarrollo sustentable; con la falta de datos básicos o de estadísticas en términos de calidad y cantidad. Cuando las metodologías no se encuentran bien desarrolladas existen diferentes definiciones o definiciones imprecisas de los parámetros medidos que conllevan el riesgo de una mala interpretación, que tiene su origen en parte debido a una falta de redes de monitoreo, lo que resulta en vacíos de datos en las series de tiempo. Otra restricción corresponde a que existen diferentes periodos reportados, lo que dificulta comparar las series de tiempo entre países. Al no existir datos suficientes se recurre al llenado de vacíos usando varias estimaciones en lugar de datos reales, lo que origina errores en la interpretación. Por último se encuentran las dificultades técnicas y conceptuales de medición, ciertos aspectos del desarrollo sustentable son difíciles de monitorear sobre grandes áreas geográficas o de determinar la relación causa-efecto.

Sin embargo los mayores obstáculos en una correcta evaluación de indicadores y criterios de sustentabilidad en materia de la gestión del agua son tres grupos de *problemas metodológicos* como lo advierten Bertrand- Krajewsky *et al.* (2000):

- a) Definición clara de los objetivos de investigación. La primera pregunta que se debe plantear no es *¿Qué se quiere medir?* sino más bien *¿Que se quiere conocer?* Seager (2001) concuerda en este aspecto al decir que se requiere pasar de la posición de “*la mejor información disponible*” a la posición de “*la información más necesaria*”
- b) Concertación de medidas a nivel multidisciplinario. Se debe tomar en cuenta que la gestión del agua y de los recursos requiere de un enfoque multidisciplinario e integrado y, por tanto, los datos a obtener deben ser concertados en diferentes tiempos y a distintas escalas espaciales
- c) Calidad de las mediciones. Se requiere de una certeza en la calidad de las mediciones de los elementos a estudiar.

Otros problemas encontrados en torno a los indicadores es que no se logran presentar marcos de trabajo claros y simples. Los desarrolladores de indicadores frecuentemente no logran captar el interés de los tomadores de decisiones para los que se han diseñado, y se desconoce su existencia debido a la incapacidad de hacerlos accesibles (Morrone and Hawley, 1998). El mayor problema metodológico a resolver es una definición clara en los objetivos de investigación, esto se debe a que aún es frecuente la utilización de enfoques tradicionales mecanicistas y fragmentados que no contemplan que cualquier sistema en el que el ser humano esté involucrado está caracterizado por las siguientes propiedades: a) racionalidad limitada, b) seguridad limitada, c) previsibilidad limitada, d) causalidad indeterminada, y e) cambio evolutivo (Bell y Morse, 2001).

A pesar de que existen recomendaciones generales para el desarrollo de Sistemas de Indicadores éstos son instrumentos empíricos, que toman su forma de

acuerdo al lugar y necesidades donde son concebidos, así que no existe un proceso único para generar un sistema de indicadores ambientales, como lo mencionan Parris y Kates (2003).

Otro problema sumamente relevante en el desarrollo de indicadores son las fuentes de información de las cuales se nutrirán los indicadores, siendo los sistemas de monitoreo ambiental una de las fuentes más importantes en el tema del agua. Sin datos, información y conocimientos suficientes y sin mecanismos interinstitucionales de coordinación para la producción, integración y sistematización de la información ambiental, la administración pública y la sociedad no tienen la capacidad necesaria para identificar los factores y procesos de riesgo a la salud humana y a los ecosistemas, para tomar las decisiones adecuadas oportunamente, ni para predecir las situaciones de vulnerabilidad emergentes.

Finalmente otro tema a considerar y que ha recibido escasa atención es el referente a la utilidad y la eficacia de estas herramientas. De hecho, hay pocas pruebas de que las reformas políticas que se han introducido se hayan hecho sobre la base de indicadores de sostenibilidad (Yli-Viikar, 2009).

Conclusiones

A treinta años del desarrollo de los primeros indicadores ambientales éstos reflejan la evolución del estado del medio ambiente para controlar progresos realizados en la consecución de los objetivos de política ambiental. Como tal, los indicadores ambientales se han convertido en una herramienta indispensable para los responsables políticos, sin embargo, cada vez es más difícil para éstos apreciar la relevancia y el significado de los indicadores medioambientales existentes, dado el número y diversidad de los indicadores en uso actualmente. Se observa una amplia variedad de indicadores, tanto por el propósito para el que son desarrollados y las metodologías utilizadas como por el alcance espacial de éstos, lo que puede originar numerosas confusiones que conllevan el riesgo de que éstos se utilicen en forma inadecuada. El enfoque Presión -Estado -Respuesta es el esquema con mayor aceptación y uso entre los desarrolladores de indicadores, por su fácil comprensión y aplicabilidad. Por otra parte, los indicadores más consolidados son los internacionales y los nacionales; los esfuerzos hechos en materia local aún son incipientes, existiendo pocas propuestas en la evaluación de indicadores del recurso hídrico.

Es necesario subrayar que los esfuerzos de las instituciones a nivel internacional y nacional se han centrado en el desarrollo de indicadores de sustentabilidad, y han dejado de lado investigaciones sobre el uso y la utilidad real por parte de los actores y la manera en que esto ha influido en el establecimiento de políticas. En el contexto del recurso hídrico, si bien existen algunos indicadores desarrollados, no resultan suficientes para conocer los avances realizados de acuerdo con los nuevos paradigmas de la gestión integrada del agua urbana, a una escala local. Esto es importante porque la gestión de los recursos ha pasado por un proceso

de descentralización en el que las autoridades locales requieren de herramientas para la planeación y la implementación de acciones de política pública.

En el presente capítulo se ha realizado una revisión del estado del arte tanto de la Gestión Integrada del Agua, como del desarrollo de Indicadores. La revisión de la Gestión Integrada del agua permitió establecer un conjunto de criterios y características que, bajo una visión sistémica, buscan una mayor integración de los elementos del ciclo hidrológico en la gestión del agua en las ciudades que contemple no sólo los elementos de los sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento, sino que también integre las necesidades de mantener los cuerpos de agua en equilibrio. Este análisis ha permitido establecer las metas a las que aspiraría alcanzar un proceso ideal en la gestión del agua urbana. Por otra parte, la revisión de los indicadores evidencia la necesidad de profundizar el análisis sobre casos de estudio específicos que permitan entender las particularidades tanto en el desarrollo de indicadores como en la gestión del agua. Del análisis se encontró que Canadá ha sido un país líder en la generación y el uso de indicadores en la gestión del agua, por lo que se decidió realizar un análisis comparativo entre México y Canadá que permita entender con mayor profundidad, la problemática de la gestión del agua urbana, así como el diseño e implementación de indicadores ambientales relacionados con la gestión del agua al identificar temáticas comunes. En el siguiente capítulo se presenta la revisión del caso canadiense tomando como caso de estudio la ciudad de Montreal y en el capítulo tres a realizar el caso mexicano se analiza con mayor énfasis en la ciudad de México, identificando algunas temáticas afines para la evaluación de la gestión integrada del agua urbana en ambos países.

2. LA GESTIÓN DEL AGUA EN CANADÁ E INDICADORES RELACIONADOS

Como se mencionó en el capítulo anterior, en las últimas dos décadas ha habido un auge en la creación de indicadores ambientales a escala internacional, donde Canadá ha jugado un papel pionero en su desarrollo, al ser precursor del modelo de indicadores ambientales dentro de la cadena lógica de “Presión-Estado-Respuesta”, ampliamente difundidos a nivel internacional por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE (Berger y Hodge, 1998). Canadá también es considerado país líder en la gestión del agua, por ocupar el segundo lugar, sólo detrás de Finlandia, en la evaluación por el Índice de Pobreza de Agua¹ (Sullivan, 2002).

Con el propósito de enriquecer la investigación se realizó un estudio comparativo entre México y Canadá a fin de examinar los factores que han favorecido o imposibilitado tanto una gestión integrada del agua como un desarrollo de indicadores relacionados con la gestión del agua en ambos países. Para ello se formularon las siguientes preguntas guía: ¿De qué manera influye la evolución de la gestión del agua en un país en la generación de indicadores?, ¿Qué tipo de indicadores se han generado para la gestión del agua urbana? y ¿Cómo son utilizados los indicadores dentro de la gestión del agua, particularmente en las zonas urbanas y/o a nivel local?.

Para la realización de esta fase de la investigación se adoptó el método de estudio de caso, con base en el análisis comparativo, el cual es aconsejado para los trabajos de tipo exploratorio (Gauthier, 2003), cuando el objeto de estudio no se encuentra bien estudiado, como por ejemplo el de los indicadores en la gestión del agua en México, y ,por lo tanto, requiere de una exploración profunda de datos en un contexto específico y en comparación con otra experiencia de aparente mejor avance (Zaidah, 2007; Yin 1984). En particular, se pueden encontrar estudios comparativos realizados dentro del tema de la gestión del agua, como los de Perevochtchikova y Arellano (2008), Brown (2010) y Lavaux (2008), los cuales se basan en un procedimiento sistemático para analizar las relaciones, las semejanzas y las diferencias de diversos factores en países como Canadá, México, Rusia, etc. en la gestión del agua por cuencas hidrográficas, el ordenamiento territorial y la problemática de las aguas transfronterizas, respectivamente.

Siguiendo los pasos propuestos por Stake (2003) en el desarrollo de estudios de caso, se plantearon dos ejes de investigación: la gestión del agua y el desarrollo de indicadores. El análisis de la gestión del agua se considera relevante puesto que se parte de la hipótesis de que el tipo de gestión prevaleciente determina el desarrollo e implementación de los indicadores de gestión. Posteriormente, se procedió a la delimitación de la escala de análisis, donde se propusieron dos niveles de revisión: i)

¹ El Índice de Pobreza del Agua comprende la disponibilidad del recurso, su accesibilidad espacial, económica y temporal, la capacidad de la población para gestionar el agua y el estado del medio ambiente (Sullivan, 2002).

uno general por país, y otro de ii) ejemplificación con casos locales de dos ciudades (uno en cada país). En la selección de las ciudades se tomó en cuenta la facilidad de acceso a la información, el tamaño y la problemática en la gestión del recurso hídrico.

Se eligió como caso principal de estudio la ciudad de México dado que la gestión del agua ha sido largamente estudiada, desde diferentes disciplinas y enfoques (Perló y González, 2005); pero al mismo tiempo existe una carencia marcada de trabajos sobre indicadores ambientales en relación con el tema propuesto. En el caso de Canadá se seleccionó la ciudad de Montreal (la segunda más grande del país con 3.6 millones de habitantes) ya que cumple con los requisitos de información requeridos para el estudio comparativo.

La comparación de estos casos locales resulta pertinente, dado que existen similitudes importantes a considerar, igual que a nivel de país. Por ejemplo, ambas son ciudades antiguas que han jugado un papel destacable en el desarrollo de su nación y, en la actualidad, ejercen gran influencia política y económica. Ambos tienen una relación histórica ambivalente con el agua, marcada por el hecho de que han sufrido los efectos de inundaciones y que actualmente padecen el deterioro ambiental que limita su acceso al recurso hídrico en la calidad y cantidad adecuadas. Por otra parte, entre las diferencias se destaca que en Montreal la gestión del agua ha sido descentralizada y en la ciudad de México se encuentra en fase de descentralización.

Como esta comparación está enfocada en conocer la problemática de la gestión del agua en relación con el desarrollo y uso de los indicadores ambientales, se propusieron los siguientes criterios a considerar en el análisis, organizando el texto en dos apartados (por país):

- Problemática en la gestión del agua
- Marco institucional y legal
- Indicadores ambientales y su uso.

La investigación documental se basó en la revisión bibliográfica de fuentes académicas, como artículos y libros, así como de bases de datos, estadísticas oficiales e información obtenida de las páginas de Internet de las instituciones gubernamentales relacionadas con la gestión del agua. El análisis de gabinete fue complementado con el trabajo de campo, donde se realizaron cinco entrevistas con el personal de los organismos de agua potable a nivel federal y local en cada país. En particular se trabajó con organizaciones como Eau Montreal, el Ministerio de desarrollo sustentable, medioambiente y parques, el programa para la gobernanza del agua en el caso de Canadá y el Sistema de Aguas de la Ciudad de México y la Comisión Nacional de Agua en el caso de México.

En la selección de indicadores se realizó una búsqueda de aquellos relacionados directamente con la gestión del agua urbana en las ciudades seleccionadas o en las provincias donde se encuentran éstas. Para complementar los datos arrojados por estas propuestas se seleccionaron indicadores que incluyeran el tema del recurso hídrico a nivel nacional y que, por su tiempo de implementación o su escala de medición fuesen relevantes.

Cabe resaltar que México y Canadá son dos países que conforman la Región de América del Norte, cada uno de ellos con características geográficas y poblacionales muy particulares, lo que influye en su relación con el vital líquido. Canadá se encuentra en el extremo norte del continente, con una vasta superficie territorial cubierta en gran parte por glaciares, extensos lagos y ríos, lo cual, en conjunto con una baja densidad poblacional lo convierte en un país con abundante disponibilidad de agua (NRTEE, 2010). México a su vez, se encuentra en el extremo meridional de Norteamérica atravesado por el Trópico de Cáncer con un accidentado relieve, lo que da origen a un amplia variedad de climas, una gran biodiversidad y una distribución muy heterogénea del recurso hídrico, con abundancia en la parte sur y una baja disponibilidad natural en la parte central y norte del país (CONAGUA, 2011a).

Aunque existen grandes diferencias entre ambos países presentan problemas comunes en relación con la gestión del agua, como lo evidencian los trabajos de CONAGUA (2006a) y Simonovic (2003). En particular, se destacan los siguientes: Una heterogénea densidad poblacional, concentrada en un pequeño número de centros urbanos; un alto porcentaje de la población urbana en comparación con la rural (cerca de 80% en ambos casos); una distribución natural desigual del agua en términos espaciales y temporales y sistemas tradicionales de gestión del agua urbana centralizados a escala local, basados en grandes obras de ingeniería hidráulica, conductos lineales y sin una visión ecosistémica integral a largo plazo.

Al reconocer estas semejanzas, adquiere relevancia entender y comparar cómo estos dos países han gestionado sus recursos naturales y qué soluciones proponen a los problemas enfrentados en torno a la gestión del agua, con el propósito de aprender de sus experiencias y compartir los éxitos.

Por otro lado, a nivel regional la gestión ambiental en América del Norte es reconocida como una responsabilidad compartida por los tres países que la componen: Canadá, México y Estados Unidos (CCE, 1997); incluso existen antecedentes de trabajos encaminados hacia la obtención de datos y el desarrollo de indicadores a escala regional con el objetivo de contar con una perspectiva ecológica amplia en la gestión ambiental y ofrecer un instrumento viable para la evaluación de política pública (Ezcurra *et al.*, 1993).

La promoción de la cooperación científica y la colaboración entre los investigadores de América del Norte es importante en la generación de nuevo conocimiento, que contribuya a proteger la situación ecológica a escala regional, y a la vez, promover el enfoque del desarrollo económico sostenible. En específico, a través de la coordinación en el desarrollo de indicadores de gestión del agua, se puede mejorar la eficacia y los resultados de los programas institucionales y de investigación ambiental. Al mismo tiempo, las diferencias en los fundamentos institucionales y legales entre ambos países ofrecen una oportunidad para explorar los obstáculos y restricciones que cada caso plantea (CCE, 1997).

2.1. Problemática del agua en Canadá

Canadá es un país con una abundante disponibilidad de agua, cuya población representa apenas el 0.5% de la población mundial mientras que sus reservas de agua dulce alcanzan el 20% del agua dulce en el mundo y el 7% del agua renovable. Los lagos, ríos y glaciares de este país forman parte de su identidad cultural y han jugado un papel importante en el desarrollo del país, prueba de ello es que en el año 2005, los sectores minero, agrícola, energético y forestal eran responsables del 84% del uso consuntivo del agua (NRTEE, 2010) y su población se encuentra entre las más consumidoras de agua per cápita (1 471m³/hab/año), sólo por detrás de los Estados Unidos de América, EUA (Environment Canada, 2003).

A pesar de la situación privilegiada de Canadá, este país no se encuentra exento de dificultades frente al recurso hídrico; de acuerdo con Simonovic (2003), Canadá, como otros países del mundo, se encuentra inmerso por un lado ante una creciente demanda de agua dulce y limpia, y por otro lado en el hecho de reconocer que las fuentes de agua son limitadas y están cada vez más contaminadas

El país se encuentra enmarcado por una serie de factores regionales que hacen de la gestión de los recursos hídricos una tarea compleja. Estas características incluyen el extenso territorio canadiense que abarca 9 970 610 km², cuya densidad de población es muy irregular, concentrada en un pequeño número de centros urbanos, que han originado cambios en el uso del suelo. Por otra parte, existe una distribución espacial y temporal irregular del agua, lo que provoca inundaciones y sequías que se ven agravadas por los efectos del cambio climático así como por la estrecha relación con un vecino mucho más grande y poblado (EUA) y con el cual se comparte el recurso.

Para Simonovic and Rajasekaram (2004), los principales problemas que Canadá enfrenta en relación con el recurso son: la disponibilidad del agua, su distribución, el uso del agua, la calidad de agua y la gestión del agua. A su vez, la National Round Table on the Environment and the Economy (NRTEE, 2010) considera que los temas que requieren mayor atención son: la gobernanza y la gestión del agua, los problemas relacionados con el cambio climático y la relación del agua con el sector energético, donde la falta de conocimiento sobre el uso real del agua y de acceso a datos en poder de la mayoría de los sectores de recursos naturales, así como una falta general de capacidad y experiencia en todo el país representan fuertes restricciones para gestionar eficazmente los recursos hídricos. Se observa que para estos autores el tema de la gestión del agua es, precisamente el que requiere mayor atención dado que su legislación y política varía de una provincia a otra e involucran a todos los niveles de gobierno (NRTEE, 2010).

Como es de suponer, a medida que se incrementa el volumen de la demanda y el número de usos del agua, el nivel de conflictos también aumenta, Johns y Rasmussen (2008) citan por ejemplo las pugnas entre los pueblos aborígenes y los gobiernos federal y provincial; o también entre diversos tipos de agricultura y los usuarios residenciales; así como diferentes visiones sobre a quién le pertenece el recurso y cómo debería ser valorado.

2.2. Marco institucional y legal del agua en Canadá

En Canadá el marco jurídico relacionado con la gestión del agua puede describirse como una compleja estructura descentralizada que brinda múltiples fortalezas y debilidades. Los aspectos institucionales involucran a los tres niveles de gobierno: federal, provincial y local; dentro de los cuales intervienen numerosos departamentos y organismos (Johns and Rasmussen, 2008). Esta compleja red de instituciones y leyes es considerada por Boyd (2003) como un conjunto de directrices voluntarias mal planeadas, con normas provinciales incompatibles y una infraestructura municipal deteriorada que falla, en algunos casos, en la seguridad del agua. Adicionalmente, Canadá también cuenta con numerosos acuerdos bilaterales con Estados Unidos sobre los Grandes Lagos y aguas dulces de otros recursos que fluyen a través de la frontera entre los dos países (Bloomfield and Fitzgerald, 1958).

Este complejo entramado de leyes se deriva del carácter federativo de las provincias y territorios, pues la Constitución Canadiense otorga mayores facultades a las provincias que incluyen entre otros lineamientos el desarrollo de la gestión del agua, la infraestructura y el control de la contaminación (Johns y Rasmussen, 2008) (véase **Figura 2.1**). Si bien la Constitución no se refiere directamente al tema del agua, algunas de las competencias asignadas a ambos órdenes de gobierno entran en contacto con la gestión del agua (Owen, 1988).

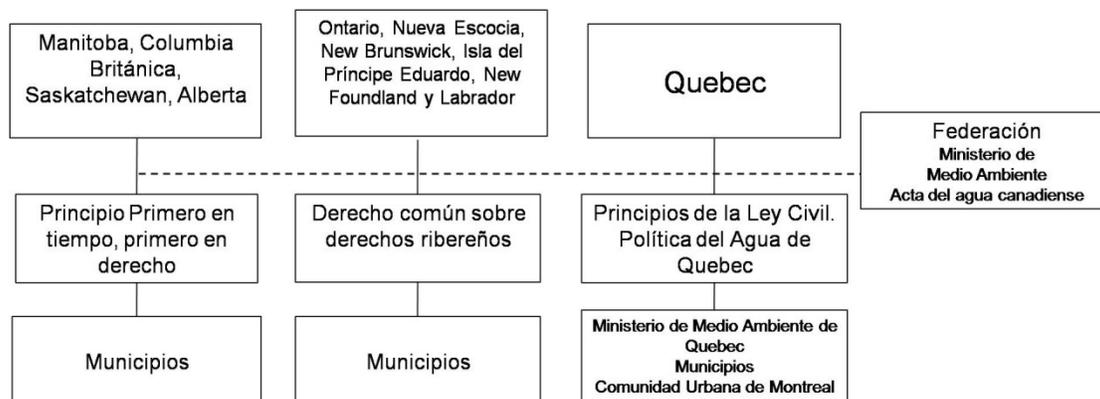


Figura 2.1 Esquema descentralizado de gestión del agua en Canadá (Fuente: elaboración propia).

Muy recientemente, en 1970, fue que el gobierno federal contó con una ley donde explícitamente asumía atribuciones en materia de gestión del agua a través del *Acta del Agua Canadiense* (Canadian Water Act) (Johns y Rasmussen, 2008). De esta manera, el *Acta del agua canadiense* y otras leyes como la *Ley de Pesca* (Fisheries Act); el *Tratado Internacional de Aguas Transfronterizas* (International Boundary Waters Treaty Act) y el *Acta Internacional de Mejoramiento de Río*

(International River Improvements Act) dieron como resultado la construcción de capacidades burocráticas a nivel federal en torno a la gestión del agua.

No obstante los poderes reducidos del gobierno federal en materia de agua, éste ejerce su autoridad a través de una serie de instrumentos legales, reglamentarios y de política. Por lo menos 20 agencias federales tienen responsabilidades con respecto a la gestión del agua. El ministerio de Medio Ambiente de Canadá (Environment Canada) es el departamento federal responsable del agua. Otras dependencias como la oficina de Recursos Naturales de Canadá; la oficina de Pesca y Océanos, y la oficina de Asuntos Indígenas del Norte son instancias que también cuentan con responsabilidades en la gestión del agua como la pesca, la navegación, los asuntos transfronterizos, las tierras federales y los problemas relacionados con las comunidades autóctonas. El gobierno federal comparte la jurisdicción con las provincias y territorios sobre otros aspectos relacionados con el agua, como la agricultura, la salud, y la protección del medio ambiente. En algunos asuntos de jurisdicción federal, como la gestión de la pesca y la protección del hábitat de los peces, el gobierno federal ha firmado acuerdos con algunas provincias, para la delegación de parte de su autoridad a los gobiernos provinciales (NRTEE, 2010).

2.2.1. La política federal del agua

Una herramienta clave del gobierno federal sobre la gestión del agua es la Política Federal del Agua, creada en 1987 (Environment Canada, 1987). La política federal del agua es una declaración de la filosofía del gobierno federal y la definición de las metas para los recursos de agua dulce de la Nación y de los medios propuestos para alcanzarlos. A dos décadas de su creación, el gobierno reconoce que la política es de tipo reactivo, orientada a resolver los problemas una vez que se presentan. En su momento las directrices de la política federal del agua tuvieron un éxito razonable en el control de la contaminación y en la solución de problemas convencionales, pero en la actualidad resultan insuficientes, siendo el agua el recurso natural más desatendido y devaluado de Canadá. Por ello, el gobierno federal ha propuesto nuevos mecanismos de protección y asignación de los recursos, ante la disminución del suministro de agua entre un número mayor de usuarios y usos del líquido.

La actual política se ha desarrollado con la intención de ser coherente con otros objetivos de política federal, incluyendo la austeridad fiscal y la salud pública, teniendo como objetivos la protección y mejora de la calidad del recurso y el fomento del uso eficiente y equitativo del agua. La protección y mejora del agua significa anticipar y prevenir la contaminación de las aguas de Canadá por sustancias nocivas, y trabajar para fomentar la restauración de las aguas que estén contaminadas. Se considera, sin embargo, que las regulaciones más estrictas por sí solas no garantizan la protección del agua si no existen los incentivos y las sanciones económicas para evitar su deterioro. Esta política hace hincapié en la promoción del principio "el que contamina paga".

El fomento en el uso eficiente y equitativo del agua implica establecer una base de nuevas normas y procedimientos que asignen una valoración realista del precio del agua utilizada, que permita sufragar los gastos de extracción, tratamiento y distribución, así como fomentar el uso racional de ésta. Como resultado, los gobiernos serán capaces de reducir sus inversiones en agua y mejorar la eficiencia operativa de los sistemas de agua a través de prácticas y tecnologías mejores.

Cabe aclarar que esta política aún no se ha implementado y carece de un tiempo estimado para alcanzar estos objetivos, pero que ha sido capaz de establecer cuatro estrategias para lograrlos, que constituyen una política de precios, un liderazgo científico, una planeación integrada acorde con la legislación y la concientización del público. A pesar de la creación de la política federal del agua de 1987, Johns y Rasmusen (2008) opinan que desde entonces el gobierno federal no ha introducido alguna iniciativa política importante relacionada con el agua, y más bien se advierte una disminución de su participación como gobierno federal. Por ejemplo, en la estrategia de política de precios existe un serio rezago con respecto a otros países, lo cual ha sido criticado por la OCDE (2000).

Boyd (2003) explica que Canadá se ha movido a un ritmo demasiado lento en la aplicación de las reformas de precios, los programas de conservación y las medidas de eficiencia. Las leyes y políticas actuales de Canadá en materia de agua se basan en un precio del agua muy bajo tanto para el uso municipal, como agrícola e industrial, en la tasa más baja de medición, los costos punitivos más bajos por contaminación del agua, y las menores tasas de reciclaje del agua industrial de la OCDE. Winkfield (2002) sugiere que esta falta de dinamismo y representatividad del gobierno federal en materia de gestión del agua es producto de la renuencia a hacer uso de sus facultades por temor de entrar en conflictos con las provincias, al interferir en asuntos donde históricamente las provincias han mantenido el control.

2.2.2. Legislación a nivel provincial

Sproule y Johns (2008), en su trabajo sobre la evolución del desarrollo de políticas e instituciones relacionadas con estudios de gestión de los recursos hídricos y la política de gobierno, revelan que la legislación da preeminencia a las competencias de los gobiernos provinciales, ya que las normas relativas a la cantidad y la calidad del recurso hídrico son dominadas por las provincias, en el marco del federalismo canadiense.

Esta preponderancia en las facultades de los gobiernos provinciales sobre el recurso hídrico dentro de sus territorios tiene principalmente dos fundamentos constitucionales: los derechos de propiedad del agua y las facultades legislativas en materia de agua, que fueron reforzadas en una enmienda constitucional en 1982, la cual aclara que las provincias tienen derecho sobre el desarrollo, la conservación y la gestión de los recursos no renovables, los bosques y la generación y producción de electricidad a partir del agua (Chandler, 1985).

Cabe remarcar el papel clave que juegan los derechos de propiedad en la gestión del agua en Canadá, debido a que éstos influyen las dinámicas de poder de cualquier situación relacionada con el agua. El individuo u organismo que ostente derechos sobre la propiedad del agua disfruta de una situación privilegiada frente al que no cuenta con ellos en aspectos básicos y fundamentales de la gestión del agua como el acceso y el uso del agua (Heinmiller *et al.*, 2008).

Bajo los dos preceptos anteriores, cada provincia cuenta con su propia legislación en la materia, que incluyen, aunque no se limitan a, las áreas de regulación de flujos de agua; autorización de los usos del agua, abastecimiento de agua; control de la contaminación; y desarrollo de energía térmica e hidroeléctrica (Owens, 1988). Por su parte, Percy (1988) y la NRTEE (2010) identifican dentro de los diferentes tipos de legislación provincial tres sistemas principales de regulación en los derechos de agua: a) el régimen occidental de apropiación previa (primero en tiempo – primero en derecho); una variación de este modelo es el régimen de autoridad, en el que una autoridad pública (Juntas de Agua) es quien toma las decisiones sobre el manejo del agua, con base en el principio de apropiación previa; b) el régimen de derecho común sobre derechos ribereños; y c) el enfoque de derecho civil de la provincia de Quebec.

1) *El enfoque primero en tiempo - primero en derecho* rige en la Columbia Británica, Alberta, Saskatchewan y Manitoba. Este enfoque se basa en el principio de apropiación previa, que da al titular los derechos exclusivos para usar el agua en un sistema de antigüedad basado en la edad de la licencia. En Yukón, los Territorios del Noroeste y Nunavut, también se establece este principio pero es una autoridad pública (varias Juntas de Agua en todo el territorio) quien toma las decisiones sobre el agua, donde las prioridades también se establecen a través del principio de primero en tiempo, primero en derecho.

2) *Los principios del derecho común sobre derechos ribereños* son la base de la legislación en las provincias de Ontario, Nuevo Brunswick, Nueva Escocia, la Isla de Príncipe Eduardo, Terranova y Labrador. Los principios del derecho común fueron desarrollados antes de que los derechos sobre el agua fueran legislados, y consisten en que los individuos que poseen u ocupan tierras junto a los lagos y los ríos tienen derecho al flujo natural de las aguas adyacentes o a través de su propiedad, sin cambios de cantidad o calidad. Las provincias tienen la responsabilidad de administrar el agua y supervisar su asignación, debiendo crear leyes para que pueda ejercerse de una manera equitativa para todos.

3) En Quebec el uso del agua se basa en los *principios de la ley civil*. La ley en Quebec establece que el agua no puede ser propiedad privada, siendo que es un bien común para todos. La provincia juega el papel de guardián para asegurar el bienestar común. Los atributos legales de la gestión del agua hacen de ella un caso especial, de acuerdo con Percy (1988).



Figura 2.2 Marcos legales para la asignación de agua en Canadá (Fuente: Traducido de NRTEE, 2010).

En el trabajo de Johns y Rasmussen (2008) se indica que la preponderancia legislativa con la que cuentan las provincias representa, en la práctica, una responsabilidad política, constitucional y operativa privilegiada con respecto a la gestión de los recursos hídricos; donde históricamente este derecho se ha enfocado principalmente en el desarrollo económico, más que en el cuidado del recurso; como el ejemplo de Freeman (1996) a través de las empresas estatales de energía hidroeléctrica, sin embargo, la NRTEE(2010) resalta que varios gobiernos provinciales han invertido importantes recursos en el desarrollo de amplios marcos de la política de aguas, a fin de mejorar su gestión. En estos marcos se incluye la Política de Agua de Quebec (2002); la estrategia de Agua para la vida de la provincia de Alberta (2003), el Acta del Agua Limpia de Ontario (2006) que habilita la protección de las fuentes de agua, la política de Columbia Británica “Living Water Smart (2008)”, la estrategia de manejo de los Territorios del Noroeste (2009), y la estrategia del agua de Nueva Escocia (2010). La NRTEE (2010) considera que estos proyectos de regulación en la gestión del agua cuentan con diferencias, pero todos ellos concuerdan en la necesidad de reconocer e incorporar los siguientes principios en los procesos de toma de decisiones relativos a la gestión del agua:

- 1) La gestión del agua por cuencas hidrográficas, como una forma de contar con una unidad básica de gestión que permita resolver las necesidades que compiten por el uso del agua de manera racional (Owen, 1988)

2) La autoridad compartida con modelos de gobernanza de colaboración, que permitan una mayor participación de los interesados y la rendición de cuentas

3) La integración de la planificación de la gestión del agua con la planificación territorial, así como la integración de la gestión de las aguas superficiales con la gestión de las aguas subterráneas

4) La inclusión de las necesidades del agua en el equilibrio del medio ambiente como parte de los esquemas de asignación de agua.

2.2.3. Legislación a nivel municipal

De los tres órdenes de gobierno federal, provincial y municipal; los municipios son los que cuentan con los recursos y poderes más limitados (Environment Canada, 1996), pero juegan un papel crítico en la gestión del agua, ya que las provincias han delegado en los municipios grandes áreas de responsabilidad como el establecimiento de tarifas para los servicios de agua, el alcantarillado y la planeación del uso de suelo. Johns y Rasmussen (2008) indican que los departamentos de los gobiernos locales son los principales actores involucrados en el tratamiento y suministro de agua potable, el tratamiento de aguas residuales y la gestión de la infraestructura en general, sin embargo de acuerdo con Boyd, 2003, uno de los retos mayores que afrontan los gobiernos locales es el de recaudar ingresos suficientes, cuyo problema radica más en el aspecto político que en las limitaciones reglamentarias.

Los municipios también tienen autoridad para aprobar y controlar el uso de los sistemas de alcantarillado, incluyendo la descarga de materiales peligrosos, las sustancias que no pueden ser tratadas o las sustancias que puedan dañar a la infraestructura y los procesos de tratamiento. Se cuenta incluso con estatutos que establecen las prácticas para prevenir la contaminación o, en su caso, existen protocolos para el manejo industrial, comercial o institucional los cuales resultan costosos pues requieren desarrollar capacidades en la aplicación de sus normas, incluyendo la promoción, el seguimiento y la ejecución del cumplimiento de éstas. Los municipios más pequeños, en particular, se enfrentan a desafíos en el desarrollo y la aplicación de los estatutos de uso de alcantarillado (Boyd, 2003).

Otra herramienta a disposición de los municipios es la "provisión del bienestar general", una herramienta legal incluida en la legislación vigente en los municipios de la mayoría de las provincias y territorios de Canadá. Este tipo de disposición ha sido utilizada por los municipios para crear los estatutos que regulan el uso del agua y la cantidad y calidad del agua cuando no existe una legislación específica provincial o territorial. Las disposiciones de esta herramienta de bienestar general también han sido utilizadas por los municipios de Canadá para establecer los estatutos de protección de cuencas sobre el uso de plaguicidas o de operaciones intensivas de la agricultura (Boyd, 2003).

Debido a la estructura tan variada y compleja en la legislación relacionada con el tema del agua en Canadá, resulta fuera del alcance de esta investigación

hacer un análisis amplio y profundo sobre la gestión del agua en todas las provincias, por lo que, con el objeto de inferir los problemas en la gestión del agua, se hará una breve descripción del agua en Quebec, que comparte con México el hecho de contar con una política del agua donde se establece el enfoque de la gestión del agua por cuencas hidrográficas como el apropiado para su manejo, a su vez en su territorio también se encuentra una muy importante área urbana, la segunda Metrópolis más grande de Canadá, la Ciudad de Montreal, con 3 161 967 habitantes en 2006 y un área de 1 676 km² (Statistics Canada, 2006).

2.3. Gestión del agua a nivel provincial: El caso de Quebec

En Quebec, la gestión del agua ha sido históricamente descentralizada. Una docena de departamentos del gobierno a nivel provincial, diez departamentos federales, 1 139 municipios, 86 municipios regionales de condado (MRC) y dos comunidades metropolitanas: Quebec y Montreal, tienen responsabilidades sobre la gestión del agua (Gangbazo, 2006). La política nacional del agua de la provincia de Quebec es resultado de un proceso de deliberación que ha tomado aproximadamente dos años, donde se realizaron amplias consultas para definir y precisar los problemas y objetivos a seguir. En esta Política del Agua de Quebec, uno de los pilares es la gestión integrada del agua por Cuenca Hidrográfica (Ministerio de Medio Ambiente, 2002) y a través de la Ley para afirmar el carácter colectivo de los recursos hídricos y fortalecer su protección (Gobierno de Quebec, 2009), la planificación y la coordinación de la gestión integrada del agua a escala de cuenca se han confiado a los organismos de cuenca, que está guiada por siete principios de la política del Agua y tres temas principales:

Los temas principales sobre los que existe un consenso público son la necesidad de reconocer al agua como un patrimonio colectivo de todos los quebequenses; proteger la salud pública y los ecosistemas acuáticos, y el manejo integrado del agua desde una perspectiva de desarrollo sostenible.

Los siete principios del marco de gestión del gobierno establecen que el agua es parte del patrimonio de la sociedad quebequense, cuya protección, restauración y desarrollo de la demanda de agua es compromiso de la sociedad en su conjunto. Se establece el principio de precaución como guía en las iniciativas de la sociedad en materia de agua, a fin de que todos los quebequenses tengan acceso a agua de calidad a precios asequibles. Al mismo tiempo los usuarios deben ser responsables por el uso y el deterioro del agua, de acuerdo con los enfoques de "el usuario paga" y "quien contamina paga". Por lo que el agua debe ser gestionada de manera sostenible e integrada, con miras a la eficiencia, la equidad, y apertura, donde la adquisición y difusión de información sobre el estado del agua y sobre las presiones a las que sean sujetos son un componente esencial de la gestión integrada del agua.

Sobre la base de los principios y los temas principales definidos anteriormente, la política del agua de Quebec ha adoptado cinco ejes de acción que incluyen la reforma de la gobernanza del agua; la gestión integrada del río San Lorenzo; la protección de la calidad del agua y los ecosistemas acuáticos; la

continuación de los sistemas de gestión de limpieza del agua y mejora de los servicios de agua y la promoción de actividades de recreo y turismo relacionadas con el agua.

La gestión del agua por cuencas hidrográficas

Dentro de los ejes de acción establecidos por la Política Nacional de Quebec, la gestión integrada por cuencas hidrográficas representa el proceso normativo bajo el cual se opera la política del agua bajo un conjunto coordinado de decisiones y acciones colectivas y privadas, en la elección de proyectos para la mejora, restauración y protección de las aguas (superficiales y subterráneas) y los ecosistemas acuáticos relacionados, teniendo en cuenta los distintos usos y los factores ambientales, sociales, económicos, políticos y culturales que trabajan sobre la base de la cuenca hidrográfica (Sasseville, 2000).

El Ministerio de Medio Ambiente de Quebec (MENV, 2004) explica que las virtudes por las que se ha escogido el enfoque de cuenca hidrográfica es que, en primer lugar, se considera como una ventaja el integrar una gestión que está dentro de los límites de una cuenca en lugar de los límites administrativos de los municipios. En segundo lugar, este método, "integrado" toma en cuenta todas las actividades que pueden impactar sobre el agua y los ecosistemas acuáticos, dentro de los límites de la cuenca. Tanto los aspectos biológicos como los aspectos físicos, químicos y sociales se pueden incorporar en la toma de decisiones económicas que conduzcan a intervenciones en la cuenca. Por último, la gestión integrada de cuencas hidrográficas es un proceso que favorece los propósitos de arbitraje y conciliación de los usuarios con respecto a un recurso común. Este enfoque facilita la armonización de los múltiples usos del agua (agua potable, usos recreativos, pesca, energía hidroeléctrica y riego).

El enfoque de cuenca, según el MENV (2004) se fundamenta en dos elementos básicos: una toma de decisiones participativa para el desarrollo y aplicación de soluciones sostenibles de gestión, elegidas por todas las partes involucradas con el agua de una cuenca, y la utilización de información de calidad sobre la base de datos científicos fiables para facilitar la toma de decisiones sobre el recurso. Los elementos esenciales en la implementación de este modelo de gestión son: la creación y delimitación de organismos de cuenca, la definición del ciclo de gestión de una cuenca, la elaboración de un plan de gestión del agua, el establecimiento formal de los acuerdos para su gestión, que son sujeto de seguimiento y evaluación de las cuencas y que involucren una información y participación de la ciudadanía.

En Quebec se han delimitado 33 cuencas hidrográficas prioritarias (Ver **Figura 2.3**) que están apoyadas financieramente en la creación de los Organismos de Cuenca. Estos órganos son de índole no lucrativo y conforme al Reagrupement des Organismes de Basin Versant du Québec ROBVQ (2004), deben contar con un consejo de administración cuyos integrantes representen a todos los sectores de la sociedad dentro de una cuenca tanto a escala local como regional y tanto a nivel público como privado. La distribución de la participación de cada sector de la sociedad se encuentra contemplada de la siguiente manera: Un porcentaje que no puede ser inferior al 20% ni superior al 40% tanto para los sectores comunitario, municipal y económico. El sector gubernamental es considerado, pero sin derecho a

voto y representa a los ministerios y sociedades del estado implicados en la gestión del agua; su presencia es fundamental como apoyo al organismo de cuenca y da coherencia a las decisiones del organismo a través de las estrategias gubernamentales, políticas, leyes y reglamentos en vigor.

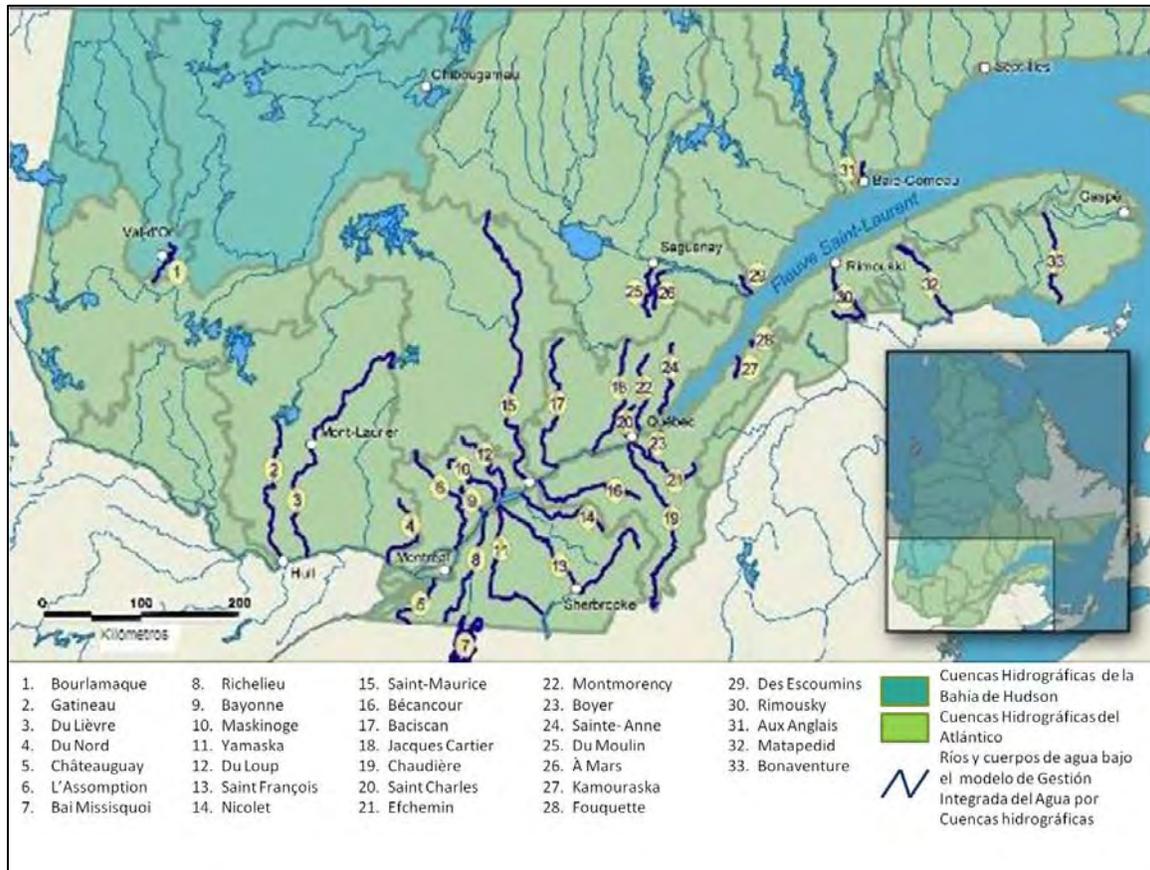


Figura 2.3 Cuencas Hidrográficas prioritarias (Fuente: Modificado de Brun y Laserre, 2010).

La implementación del modelo de gestión de cuencas hidrográficas tiene poco tiempo de haberse realizado; lleva cerca de ocho años la que se pensó fuera una implementación gradual planificada, visualizada a través de un ciclo de gestión del agua compuesto por seis etapas (Ver **Figura 2.4**), con una duración aproximada de seis a ocho años para llevar a cabo todo un ciclo de gestión (MENV, 2004). Este ciclo de gestión comprende una etapa de análisis de la cuenca, la identificación de problemas y de estrategias a partir de los cuales se determinan los objetivos e indicadores, a través de la elaboración de un plan de acción que, una vez implementado, es sujeto de seguimiento y evaluación.

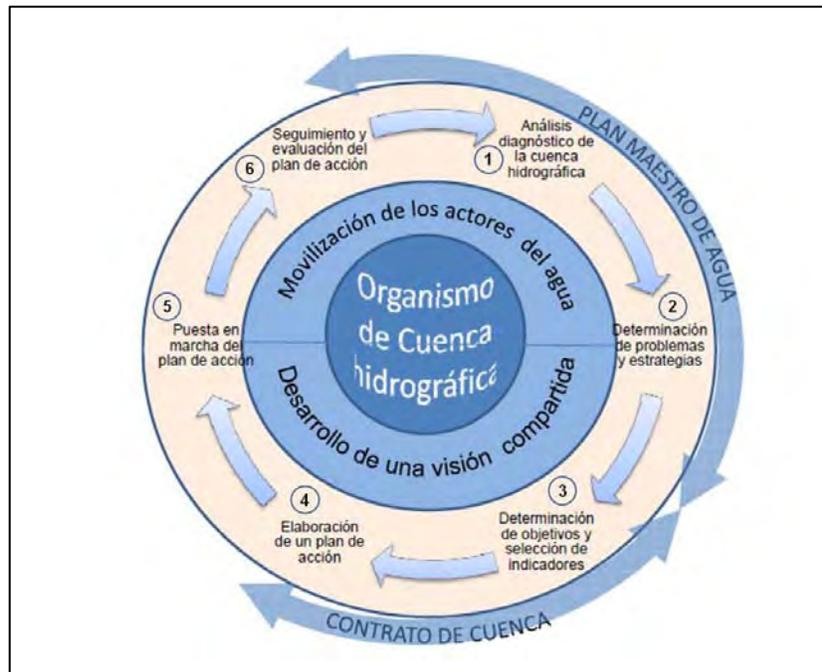


Figura 2.4 Ciclo de la gestión integrada del agua por cuencas hidrográficas (Fuente: Traducido de MENV 2004).

El Plan Maestro del Agua (Plan directeur d'eau) es una herramienta de planificación que ayuda a determinar y priorizar las iniciativas que se ejecutarán para lograr los objetivos establecidos en la gestión por cuencas, de manera coordinada, por todas las partes interesadas en el agua. El propósito del plan maestro del agua es crear un plan de acción que cuente con una visión y objetivos compartidos (Gangbazo, 2004). En este documento se presentan los problemas que afectan a los recursos hídricos en la cuenca y el plan de acción que reúne los proyectos para poner en práctica esa protección, restauración y mejoría de estos recursos, con el fin de alcanzar los objetivos de manera concertada por los actores del agua. El plan de acción, además, debe ejecutarse y evaluarse en un período de tiempo determinado, donde es muy importante llevar a cabo un plan de seguimiento y evaluación.

La gestión del agua en la ciudad de Montreal

Montreal ejemplifica bien la evolución de la problemática de la gestión del agua en Canadá, donde a medida que ha crecido la ciudad, han aparecido nuevos retos (Véase **Tabla 2.1**). En particular en esta ciudad, la abundancia de agua ha venido acompañada de múltiples beneficios, al tiempo que de algunos inconvenientes. A principios del siglo XIX, como indican Dagenais y Poitras (2007) la principal preocupación era la construcción e instalación de la infraestructura hidráulica necesaria para el suministro de agua potable y el desagüe de las aguas residuales. Llegando el siglo XX, el tema del suministro de agua potable aún no se resolvía por completo y ya aparecía el problema de la contaminación de las fuentes

de agua, debido a las descargas residuales sin ningún tratamiento, por confiar en la capacidad purificadora del río San Lorenzo.

Para la década de los cincuenta la contaminación del agua se acentuó, así como la necesidad de expandir las redes de abastecimiento ante el panorama de una ciudad en constante crecimiento donde, además se sumó la tarea de coordinar a varios municipios que se incorporaron a la ciudad (Dagenais, 2010).

Tabla 2.1 Evolución de la gestión del agua en Canadá.

Año	Población de Montreal	Cambios en la Gestión del agua	Actores Involucrados	Problemática
1900	393 665	La municipalidad de Montreal coexistía con otros municipios de la isla	El agua es suministrada por empresas privadas como la Compañía de Aguas de Montreal	Construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, Purificación del agua.
1910	594 812		El municipio de Montreal expande su estructura hacia otros municipios, en tanto que otros quedan independientes	
1920	774 330			
1930	1 064 448			
1940	1 192 235			
1950	1 539 308			
1960	2 215 627			Movimientos Ambientales.
1970	2 743 208			
1980	2 862 286			
1990	3 127 242	La Isla de Montreal unifica su sistema de agua potable	Desde 1980, la comunidad urbana de Montreal, monitorea la calidad de los cuerpos de agua en la región	Modernización del sistema de agua. Obtención de financiamiento para las obras.
2000	3 426 350			
2010	3 709 043			

Fuente: Elaboración propia con base en Dagenais y Poitras (2007).

En la década de los sesenta se hizo insostenible el deterioro ambiental causado por las descargas de aguas residuales sin el tratamiento adecuado, y bajo la presión de movimientos ambientales provenientes de diferentes grupos sociales, se logró la implementación de medidas que limitasen la descarga de contaminantes a los ríos con el fin de rehabilitarlos y volverlos aptos para la pesca, la recreación y el disfrute del paisaje. Deschamps *et al.* (2001) mencionan que en los años setenta se diseñó un plan de saneamiento de los cuerpos de agua, que incluyó la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales, adoptando un enfoque reglamentario y correctivo, que obligó a las empresas a reducir sus emisiones, así como a contar con equipos de control de la contaminación puntual, logrando así su reducción significativa.

En la actualidad el principal problema en torno al agua que afronta la ciudad se centra en la necesidad de dar mantenimiento y modernizar la infraestructura hidráulica (Minardi, 2010). De acuerdo con estudios realizados, la inversión necesaria en los próximos veinte años asciende a 4 billones de dólares canadienses, lo que ha hecho indispensable un replanteamiento en los esquemas tarifarios (Ville

de Montreal, 2009). Por otra parte, la unificación de los sistemas de abastecimiento de agua en toda la isla, implementada en el 2000 no ha sido bien recibida por varios municipios que con ello vieron reducido su poder político y económico (Audette-Chapdelaine, 2008)

2.4. Desarrollo de indicadores de agua urbana en Canadá

El desarrollo de indicadores como herramienta de gestión del agua se ha planteado en Canadá a través de diversos documentos oficiales, como la Política Federal del Agua de Canadá (Environment Canada, s/f) y los planes de gestión por cuencas hidrográficas (Gangbazo, 2004, los cuales prevén el desarrollo de esquemas que incluyen el monitoreo, el seguimiento y la evaluación de las acciones.

En este sentido, Canadá ha desempeñado un papel de suma importancia en la producción de indicadores, lo que no necesariamente ha tenido un impacto positivo en el desarrollo de sus políticas públicas. El modelo descentralizado de la gestión del agua canadiense ha dado lugar a un sinnúmero de iniciativas federales y provinciales, con una estructura dispersa y poco articulada de indicadores que, además carecen de impacto real a nivel de toma de decisiones. De acuerdo con Dunn y Bakker (2010) no son utilizados, debido a la falta de conocimiento, de credibilidad y a la carencia de metodología sólida, entre otros factores. En el inventario realizado por estas autoras se recopilieron cerca de 365 indicadores relacionados con el tema del agua; de los cuales 143 corresponden a iniciativas provinciales, 112 a iniciativas regionales o de cuencas hidrográficas, 40 a la escala federal y 70 a nivel de comunidades. En este reporte se mencionan como debilidades la inexistencia de una unidad central que maneje los indicadores y los datos asociados así como la falta de coordinación y colaboración en términos de compartir la información entre diferentes agencias a fin de evitar duplicidad de esfuerzos y un mejor aprovechamiento de la información y recursos disponibles.

En Montreal, la Comunidad Urbana de la ciudad, creada en la década de los setenta, asumió la responsabilidad del monitoreo de la calidad del agua con el fin de recuperar y proteger los usos de agua por medio de la implementación de medidas de control de la contaminación (Des Champs *et al.*, 2001). Como producto de este trabajo, se han diseñado diferentes indicadores que presentan datos acerca de la calidad del agua superficial y de la red de aguas pluviales, que han servido como herramienta de seguimiento del estado ecológico del río San Lorenzo. A treinta años de su implementación, se han identificado varios problemas dentro de este proceso, como vacíos en series de tiempo, inconsistencias en la toma de muestras, etc.

En el ámbito del suministro de agua potable, solo hasta el año 2011 la ciudad recibió una recomendación para contar con un sistema de información en el que la recopilación de datos sea una actividad cotidiana, a fin de contar con indicadores como puntos de referencia para evaluar su gestión (Ville de Montreal, 2011).

De la revisión realizada en esta investigación se encontraron pocos trabajos relacionados directamente con la gestión del agua urbana, pero se logró identificar dos tipos de indicadores relacionados: a) los indicadores ambientales que proveen

mediciones sobre el estado del recurso hídrico y b) los indicadores de desempeño en el suministro de agua potable y alcantarillado.

Dentro de los indicadores ambientales se observa una tendencia hacia la medición de la calidad del agua (Véase **Tabla 2.2**). De las propuestas analizadas, cuatro de cinco incluyen la medición de parámetros de calidad del agua de los cuerpos superficiales. Este hecho se puede explicar porque la principal fuente de abastecimiento proviene de los ríos, cuya mayor amenaza es la contaminación, que ha sido evidenciada desde la década de los sesenta.

Tabla 2.2 Indicadores ambientales relacionados con la gestión del agua en Canadá.

Indicadores Ambientales	Tipo de Iniciativa	Categorías Medidas	Periodicidad
Indicadores Canadienses de Sustentabilidad Ambiental CISE	Federal Environment Canada	Calidad del agua Disponibilidad del agua Uso del agua	Anual
Índice Canadiense de Sustentabilidad del Agua	Federal Environment Canada	Calidad del agua Disponibilidad del Agua Salud Humana Infraestructura	Una vez
Índice de Calidad del Agua Courd'O	Municipal Comunidad Urbana de Montreal	Calidad del Agua	Anual
Indicador de Calidad del Agua Qual'O	Municipal Comunidad Urbana de Montreal	Calidad del Agua	Anual
Indicadores de Agua Urbana	Federal Environment Canada	Uso del agua Tratamiento de agua residual Medición del consumo	Propuesta no medida

Fuente: Elaboración propia

De estos trabajos existe sólo una iniciativa a nivel federal que representa un primer intento por elaborar un marco de indicadores para el agua urbana (véase **Figura 2.5**) bajo un esquema de Presión-Estado-Respuesta. En este marco se reconoce al uso del agua per cápita como el indicador que ejerce presión, al volumen de agua medida y al volumen de agua tratada como indicadores de respuesta; y para los indicadores de estado se señala que no existe un indicador en el presente.

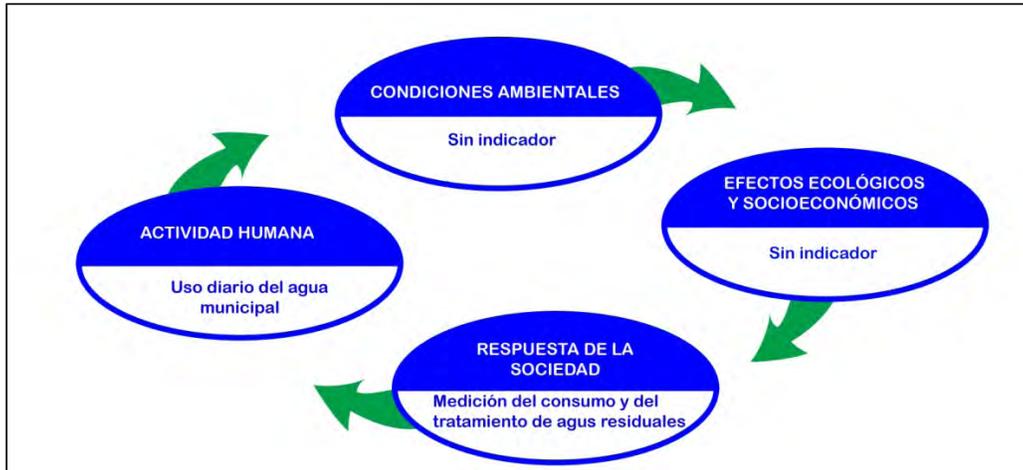


Figura 2.5 Indicadores de Agua Urbana (Fuente: Traducido de Environment Canada, 2001).

Otra propuesta que sobresale de los indicadores de calidad y disponibilidad del agua es el Índice Canadiense de Sustentabilidad del Agua que, considera otros aspectos adicionales al estado físico del recurso, como las presiones humanas ejercidas sobre el recurso y otros aspectos como la infraestructura y la capacidad de gestión, como criterios para evaluar la sustentabilidad del recurso (**Tabla 2.3**).

En conjunto, el modelo conceptual proporciona un perfil global de los problemas clave relacionados con el agua de una comunidad, pero al momento del cálculo, éste no pudo realizarse por completo para todos los parámetros seleccionados, y sólo se implementó una vez en localidades de menos de 5 000 habitantes. Desde la perspectiva metodológica, es el Índice Canadiense de Sustentabilidad del Agua, CWSI por sus siglas en inglés (Policy Research Initiative, 2007).

El equipo que desarrolló este índice documentó de manera clara y precisa la forma de evaluar cada parámetro y la ponderación de los componentes, por lo que resultó relevante para este trabajo. Otra ventaja del índice es que los indicadores que lo componen son lo suficientemente generales para poder ser aplicados en diferentes tipos de comunidades y asegurar la obtención de los datos. Adicionalmente, el rango de usos posibles considerado para extrapolar en las áreas urbanas entre los que se encuentra el concientizar sobre el estado general de agua potable en las comunidades de Canadá. Es una herramienta transparente y normalizada de comparación entre diferentes tipos de comunidades, cuyos fin es dar seguimiento a los progresos hacia la gestión integrada del recurso. El índice también permite la identificación de comunidades prioritarias en las que el bienestar se vea comprometido por problemas de agua o el establecimiento de prioridades de agua dulce en una comunidad (por ejemplo, agua potable, infraestructura, etc.) También sirve como instrumento de planeación de inversiones de acuerdo con las necesidades específicas en una comunidad o para concentrar los esfuerzos y atención en las áreas que necesitan mejoras y para la recopilación de datos basados en la comunidad y de información sobre una serie de cuestiones de agua dulce.

Tabla 2.3 Índice Canadiense de Sustentabilidad del Agua.

Componentes	Indicadores	Descripción
Recurso	Disponibilidad	El monto de agua dulce renovable que se encuentra disponible por persona.
	Suministro	La vulnerabilidad del suministro a causa de la variación estacional y /o el agotamiento del agua subterránea.
	Demanda	El nivel de demanda de agua basado con base en el número de licencias de asignación de derechos.
Salud del Ecosistema	Estrés	Volumen de agua que es extraída del ecosistema.
	Calidad	Índice de calidad del agua para la protección de la vida acuática.
	Población de peces	Tendencias en las poblaciones de peces económicamente importantes.
Infraestructura	Demanda	La capacidad de los servicios de agua y aguas residuales se debe incrementar por el crecimiento de la demanda
	Condición	La condición física de la red de agua y alcantarillado que se refleja en las pérdidas del sistema.
	Tratamiento	Niveles de tratamiento de aguas residuales.
Salud Humana	Acceso	El monto de agua potable accesible por habitante.
	Confiabilidad	Número de días de interrupción del servicio por persona.
	Impacto	El número de incidencias de enfermedades transmitidas por el agua.
Capacidad	Financiera	La capacidad financiera de la comunidad para gestionar los recursos hídricos y responder a los retos locales.
	Educación	La capacidad humana de la comunidad para gestionar los recursos hídricos y abordar los problemas locales de agua.
	Entrenamiento	El nivel de formación que los operadores de agua y aguas residuales han recibido.

Fuente: Traducido de Government of Canada (2007).

Dentro de las iniciativas revisadas, únicamente el Índice de Calidad del Agua (*Courd'O y Qual'O*) corresponde a iniciativas locales cuya implementación en periodos extensos ha sido utilizada en la toma de decisiones, con un periodo de evaluación de largo plazo, que permite establecer tendencias y medir progresos en la implantación de políticas públicas. Un segundo grupo de indicadores analizado corresponde a aquellos que miden el desempeño de los organismos operadores de agua potable, cuyo objetivo principal es evaluar la eficiencia y eficacia para satisfacer las necesidades de suministro de agua potable y alcantarillado. En este grupo no se encontraron propiamente indicadores, sino estadísticas o herramientas de comparación, que representan un paso previo en la elaboración de indicadores, pero que han sido incluidos porque son utilizados como herramientas de evaluación equivalentes a los indicadores.

Las propuestas analizadas corresponden a una iniciativa no gubernamental y por otra parte, se revisó también, el reporte de uso de agua municipal elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente Canadiense. La iniciativa nacional de evaluación comparativa de agua potable y agua residual NWWWBI, por sus siglas en inglés, es

un proyecto de tipo no gubernamental en el cual organismos municipales en el suministro de agua potable comparan, bajo diferentes parámetros su desempeño en diferentes categorías para promover la mejora continua (Véase **Tabla 2.4**).

Tabla 2.4 Indicadores de desempeño operativo en Canadá.

Indicadores Ambientales	Tipo de Iniciativa	Categorías Medidas	Periodicidad
Iniciativa nacional de evaluación comparativa de agua potable y agua residual	No gubernamental Earth Com	Infraestructura adecuada Eficiencia económica Salud pública	Anual
Reporte de Uso del Agua Municipal	Federal Environment Canada	Consumo de agua Tratamiento de agua residual Infraestructura	Bianual

Fuente: Elaboración propia.

Esta iniciativa de evaluación comparativa NWWBI es relevante, pues lleva más de una década de implementación. Un aspecto clave en su éxito radica en la confiabilidad de las mediciones hechas, para ello, la recolección de datos se realiza *in situ* por personal capacitado. La experiencia de este proyecto indica que se ha requerido un lapso de cinco años para desarrollar una base de datos confiable y utilizable con información estadísticamente válida, históricamente sólida y adecuada para establecer tendencias (De Maint *et al.*, 2006). Un aspecto a señalar es que, desafortunadamente, la información disponible al público sólo ofrece datos condensados, ya que los datos de los organismos operadores participantes son confidenciales y para uso exclusivo de los miembros de esta iniciativa.

El segundo trabajo correspondiente a las estadísticas municipales de uso de agua ofrece información sobre el volumen de agua per cápita utilizada en las provincias y municipios de Canadá, así como la medición en el consumo de agua potable, el volumen de agua superficial y subterránea extraída, así como la cobertura de alcantarillado y el porcentaje de agua tratada. La información proporcionada, sin embargo, sólo se detalla a nivel de provincias, y se basa en información proporcionada por las municipalidades, por lo tanto, no existen mecanismos de validación de dichos datos.

Del análisis de los dos tipos de indicadores se observa que el modelo descentralizado de la gestión del agua ha ejercido su influencia en el desarrollo e implementación de indicadores y en la existencia de una estructura dispersa y poco articulada de indicadores, que carecen de impacto real a nivel de toma de decisiones. La falta de continuidad y uso de los indicadores es una de sus mayores deficiencias. De los trabajos desarrollados, son pocas las iniciativas que han tenido una implementación en el largo plazo; la mayoría corresponde a iniciativas provenientes del Ministerio de Medio Ambiente Canadiense que dan a conocer tendencias a nivel nacional, sin detalles a nivel local, que proporcionen elementos de análisis a los actores locales para incidir en las políticas públicas. Dunn y Bakker (2010) opinan que los indicadores relacionados con el agua no son utilizados porque se desconoce su

existencia y no cuentan con credibilidad y metodologías sólidas, entre otros factores. Estas autoras mencionan como debilidades la inexistencia de una unidad central que maneje los indicadores y los datos asociados; así como, la falta de coordinación y colaboración en términos de compartir la información entre diferentes agencias a fin de evitar duplicidad de esfuerzos y un mejor aprovechamiento de la información y los recursos disponibles.

Por otra parte, se evidencia la falta de integración en el desarrollo de indicadores de los objetivos de la gestión integrada del agua urbana, donde a pesar de existir mediciones relacionadas con la calidad del agua y la disponibilidad del agua, así como del logro de una cobertura de agua potable y alcantarillado, aún no se percibe la integración de estos elementos con otros aspectos como la diversificación de fuentes de agua, el reúso de aguas residuales, o la reducción en el consumo de agua potable a través de una clasificación de consumo de agua, de acuerdo con la calidad requerida. Esta falta de integración se puede explicar porque el problema de la gestión del agua en Canadá se relaciona más con la calidad del agua amenazada por la contaminación más que con la disponibilidad. Sin embargo, aún dentro de este campo existen deficiencias, por ejemplo en los indicadores de calidad del Agua de Montreal se han identificados problemas como vacíos en series de tiempo, inconsistencias en la toma de muestras, etc. (Des Champs *et al.*, 2001). En el ámbito del suministro de agua potable, apenas en 2011 la ciudad recibió una recomendación para contar con un sistema de información en el que la recopilación de datos fuera una actividad cotidiana, a fin de contar con indicadores como puntos de referencia para evaluar su gestión (Ville de Montreal, 2011).

Conclusiones

En el desarrollo de indicadores ambientales para la gestión del agua se observa que existe una relación entre el tipo de gestión y la forma en que se desarrollan éstos. La prevalencia de la gestión del agua en Canadá posibilita la proliferación de propuestas a escala provincial, que reflejan la fragmentación existente, pero también la preocupación por la contaminación de los cuerpos de agua superficial, que son la principal fuente de abastecimiento de agua potable.

Contrario a las expectativas planteadas al inicio de esta investigación y a la luz de la información encontrada y analizada, la experiencia canadiense en el desarrollo de indicadores relacionados con el agua urbana es incipiente, aunque existen experiencias positivas que son rescatables y merecen ser tomados en cuenta, como lo es la diferenciación entre indicadores de sustentabilidad e indicadores de desempeño operativo.

Por otro lado, el tipo de indicadores refleja la evolución en el modelo hídrico existente, el cual se puede considerar dentro del paradigma convencional, lo que indica que la Gestión Integrada de Agua Urbana continúa siendo un asunto retórico, por lo que habría que analizar cuáles son otras barreras que impiden un cambio en la implementación de los paradigmas, con indicadores que, efectivamente por su potencial, pueden representar una herramienta para los tomadores de decisión.

3. LA GESTIÓN DEL AGUA EN MÉXICO E INDICADORES RELACIONADOS

En los capítulos anteriores se expuso el marco teórico, en el cual se abordaron los dos temas centrales de la investigación: La Gestión Integrada del Agua, enfocado al Agua Urbana y el desarrollo de Indicadores para la gestión del agua. En el segundo capítulo, con el objeto de contar con una visión internacional del problema, se analizó el caso de la gestión del agua en Canadá, así como los problemas y avances de este país en el desarrollo de indicadores. En este tercer capítulo, continuando con la línea de trabajo, se presenta un análisis de la Gestión del Agua en México y, de igual forma, el estado actual en el desarrollo de indicadores de gestión del agua urbana en el país.

3.1. Problemática del agua en México

México presenta una posición geográfica privilegiada que hace posible la existencia en su territorio de zonas templadas y tropicales, cuyas condiciones climáticas, en términos generales, le dan una buena disponibilidad natural del agua, sin embargo, con un promedio anual de 472 194 hm³/año, el reto de un suministro adecuado de agua a su población, es complicado, debido en gran parte a su distribución heterogénea, en términos espaciales y temporales. Las regiones centro y norte del país, que tienen el mayor crecimiento demográfico y económico, son las que disponen de menos agua per cápita, en comparación con la parte sur-sureste (CONAGUA, 2006, 2011). Por otra parte, se han identificado varios factores que influyen en la problemática de la gestión del agua:

- a) La demanda del agua que ha aumentado exponencialmente, derivada del crecimiento poblacional y de la acelerada expansión urbana
- b) La desigual distribución natural del agua, con fuertes presiones antropogénicas que sólo agudizan la situación y marcan las diferencias regionales
- c) La contaminación del agua y la sobreexplotación de cuerpos de agua como consecuencia de la intervención humana con una visión depredadora del uso de recurso
- d) El manejo ineficiente del agua en diferentes sectores, que lleva a los conflictos entre los diversos usos y usuarios.

La gestión del agua urbana en México ha pasado por diversas etapas. Collado (2008) resume de manera muy concreta el devenir de éste en los últimos 500 años en México, al decir que la satisfacción de estos servicios ha sido un asunto personal, una actividad de las comunidades locales, un servicio administrado centralmente por el gobierno federal, un servicio descentralizado a los ayuntamientos de los municipios

y, finalmente, un servicio que puede ser prestado por particulares, en teoría regulados por un Estado garante, pero no siempre bajo condiciones claras.

Soares (2007) por su parte indica que la gestión del agua urbana en México ha transitado de la centralización y periferia a la descentralización y nuclearización. Tomando como punto de inicio el nacimiento de la SRH, la gestión y administración del agua, en cualquier rincón del país, se administraba desde un organismo federal, sin injerencia estatal o municipal. Al mismo tiempo, la gestión del agua era periférica, dado que este organismo federal tenía a los recursos hídricos como eje de sus acciones, sino que eran una de sus tantas atribuciones. Es a partir de la década de los ochenta que se plantean cambios significativos en la forma de concebir, gestionar y administrar el agua y se crean las bases, principalmente legales, para que se dé, paulatinamente, un proceso de descentralización en la gestión del recurso, de tal forma que los estados y municipios empiezan a participar en la gestión del agua y, simultáneamente, se crea una institución cuyo tema central de operación es el agua, la Comisión Nacional del Agua. En los siguientes párrafos se describe de manera más detallada el cambio en las condiciones del agua potable y saneamiento en las ciudades mexicanas, a partir de la segunda mitad del siglo XIX.

A fines del siglo XIX los sistemas de abasto a las ciudades principales se basaban en una obra de toma de acueductos de conducción y distribución, que terminaban en las propiedades de unos cuantos concesionarios o en las fuentes públicas. El agua corría generalmente por conductos abiertos, lo que propiciaba no sólo la contaminación y evaporación sino también los robos y pérdidas, debido al mal estado de las instalaciones. Otro problema era el excremento humano, y los desperdicios de casas talleres, etc., que abundaban en las poblaciones. Hasta bien entrado el siglo, el sistema de desalojo consistía en depositar los desperdicios en las calles, de donde era recogido por personal del ayuntamiento (Aboites, 1998).

Las deficiencias en el servicio, junto con las nuevas ideas sobre salubridad, higiene y modernización urbana, impulsadas por el crecimiento económico, provocaron una gran actividad para mejorar la fisonomía de los servicios urbanos (Goubert 1989; Birrichaga 1998). Los ingenieros consideraban que el sistema antiguo no garantizaba el suministro de agua para una creciente población urbana, era insalubre, limitado y predominantemente rural. Así, propusieron y modernizaron el sistema de agua potable elevando el consumo *per cápita* de 5-10 litros a 250-300 litros diarios por habitante; incorporando el uso de la red a partir de tuberías interconectadas, lo que posibilitó la generalización del servicio y control de la calidad del agua (Matés, 1999). Creado y aplicado originalmente en Londres, Inglaterra, a mediados del siglo XVIII, el sistema en red se perfeccionó con la generalización en el uso de tubería de hierro, que facilitó las reparaciones y permitió mantener el agua a alta presión para que llegara a los pisos superiores de las casas, y mejorar sus condiciones higiénicas (Birrichaga, 1998). La introducción de tuberías no solo tuvo que ver con la necesidad de eliminar los riesgos de la conducción abierta, también garantizó una medición y cobro más preciso. En el periodo porfiriano las obras públicas en materia de agua potable eran vastas, pero no significaron una ruptura con las obras de origen colonial y del siglo XIX en términos de cobertura o alcance para beneficiar a amplios sectores de la población. Como las precedentes, las obras porfirianas atendieron especialmente las zonas habitadas por

las clases acomodadas de las ciudades más importantes, marginando por igual a las colonias y barrios de las clases trabajadoras y a las ciudades menos importantes (Aboites, 1998).

Una vez terminada la Revolución Mexicana, los servicios de agua potable y alcantarillado a partir de la Constitución de 1917 se consideraron de índole municipal, pero en realidad esto no sucedió, pues los municipios eran totalmente dependientes de los estados al ser instituciones en desarrollo muy alejadas del esquema central de autoridad, con funciones más de tipo político y social, orientadas a los servicios (Rodríguez, 2008). De esta forma, bajo un criterio paternalista se concibió al municipio incapaz de atender la operación de los servicios y para prevenir la pérdida de las inversiones realizadas en los sistemas, y los sistemas urbanos de agua potable en México se concentraron en el gobierno federal, responsable de planear, programar, construir y manejar toda la infraestructura hidráulica urbana.

En el periodo de 1948 a 1971 la SRH, a través de la Dirección General de Agua Potable y Alcantarillado (DGAPA) fungió como la encargada de administrar el agua potable, sin embargo, ante el crecimiento en la cantidad de sistemas hidráulicos controlados, en 1971 la Secretaría creó una nueva oficina dedicada a la supervisión y operación de dichos sistemas, denominada Dirección General de Operación de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado (DGOSAPA). El periodo se caracterizó por dos percepciones generalizadas entre los ingenieros hidráulicos encargados de administrar el agua: que la ingeniería y el desarrollo tecnológico eran suficientes para enfrentar y superar los obstáculos relativos al aprovechamiento del agua impuestos por las condiciones geográficas de México, y que correspondía al Estado enfrentar los obstáculos naturales mediante el gasto público (Pineda, 2002; Aboites, 2004).

En la década de los setenta la situación se percibía de manera muy diferente a la de los cincuenta como lo plantea Aboites (2004), el agua dejó de ser un recurso que había que dominar y controlar, para constituirse en algo valioso que había que cuidar. Se pasó del optimismo en 1950 por la expansión del agua en el país, a los inicios del siglo XXI en que domina un pesimismo tal que el agua se ha convertido en asunto de seguridad nacional debido a una crisis hídrica derivada de su escasez, de la contaminación y del derroche (Soares, 2007). Cada vez se hacía más evidente la incapacidad financiera del gobierno federal para atender mayores demandas de una población urbana que crecía de manera rápida, por lo que se dio un importante impulso hacia la promoción de la eficiencia financiera, estimulando a los Organismos Operadores para que logaran la autosuficiencia técnica y financiera, comenzando una transición hacia la gestión del agua a través de los estados y municipios a pesar de la renuencia de varias dependencias respecto a la descentralización, con lo que se inició un nuevo periodo para la gestión del servicio, caracterizado por su transferencia a los gobiernos estatales y municipales, con los cambios legales que ello implicó (Rodríguez, 2008).

Estos cambios comenzaron en 1980, cuando por orden del ejecutivo federal se devolvió la responsabilidad de los sistemas de agua potable y alcantarillado a los gobiernos estatales, y se derogó el reglamento de las Juntas de Agua Potable de 1949. En 1982 otro acuerdo presidencial transfirió la responsabilidad de la inversión

federal en materia de agua urbana e industrial de la SARH a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (Collado, 2008). Estos acuerdos fueron ratificados mediante la reforma al artículo 115 constitucional, aprobada en 1983, la cual definió las responsabilidades de los municipios, entre otros aspectos, en materia de servicios públicos, con la especificación de que el suministro de agua potable es responsabilidad primaria de los municipios y, en caso necesario, el Estado las apoyaría. Asimismo, se instó a los gobiernos de los estados a realizar los cambios legales necesarios para que la reforma constitucional se integrara a nivel estatal, y los municipios contaran con un marco legal adecuado para proveer los servicios de agua potable (Soares, 2007).

A mediados de los ochenta muchos municipios empezaron a administrar los servicios de agua potable y alcantarillado, pero con resultados poco alentadores. De acuerdo con Barkin y Klooster (2006), aunque está firmemente justificado por las teorías dominantes de la buena práctica gubernamental, no hubo experiencia alguna para acompañar el proceso con mecanismos de rendición de cuentas, ya que no existen instrumentos para obligar a las administraciones locales a informar a sus ciudadanos o a los niveles superiores de gobierno; así las instrucciones para los procedimientos contables u operativos de la CNA y otras autoridades podían ignorarse sin temor de represalias.

A pesar de haberse establecido las bases legales no se avanzó en una adecuación presupuestaria ni en la definición de esquemas apropiados de financiamiento para que los municipios fueran capaces de cumplir con sus nuevas responsabilidades, la descentralización fue sistemáticamente obstaculizada por grupos burocráticos y políticos temerosos ante la pérdida de influencia en la jerarquía gubernamental, en constante evolución, y por individuos preocupados por sus fortunas personales (Soares, 2007; Barkin y Klooster, 2006). Las consecuencias de estas reformas consistieron básicamente en dos puntos: por un lado, en donde realmente se municipalizaron los servicios de agua potable, lejos de mejorar, éstos sufrieron deterioro en la infraestructura y una ineficiencia en la operación, por otro, los estados se transformaron en los reales depositarios del proceso de descentralización del abastecimiento de agua potable (Pineda, 2002). En 1988, en 21 de las 32 entidades federales los servicios de agua potable y alcantarillado se encontraban bajo la administración de los gobiernos estatales mientras que en los once casos restantes habían sido transferidos a los municipios (Pineda y Salazar, 2008).

Para la operación de los sistemas de agua potable y alcantarillado por parte de la Federación se crearon bajo mandato de la SRH, los organismos operadores federales de agua, con diferentes formas de administración y operación, cuyo objetivo expreso es la recuperación de las inversiones de la Federación en estos sistemas. Estos diferentes organismos se dividían en tres tipos: las Juntas Federales de Agua Potable y Alcantarillado, los Comités Municipales de Agua Potable y Alcantarillado y las Administraciones Directas. Las Juntas Federales operaban en las poblaciones mayores y en aquéllas donde era posible concertar la participación de las autoridades locales, que contaban con un Consejo de Administración formado por un Presidente designado por las autoridades federales o por acuerdo de las autoridades locales y federales y varios vocales que incluían representantes federales, estatales y

de los usuarios locales. Los Comités Municipales operaban en las poblaciones menores donde a diferencia de las Juntas Federales sin representantes estatales y con un menor control. En las Administraciones Directas de la Federación no existía un Consejo ni participación local cuando las condiciones políticas no favorecían la integración de una junta y en las cuales la autoridad Federal era la única responsable (Rodríguez, 2008).

Esta variedad de formas de gestionar el recuso es reflejo tanto de las diferentes realidades que se registran en el país como del complejo desarrollo de instituciones en el manejo del agua en las ciudades. Como ejemplo se puede observar que en el estado de Baja California Norte sólo cuenta con cuatro municipios con pocos centros urbanos, mientras que Oaxaca tiene 570 municipios y cuenta con múltiples poblaciones dispersas.

Aunque en numerosos trabajos se habla de un proceso de descentralización del sector hídrico, la realidad es que la CONAGUA es la institución que domina la política hídrica, cuya responsabilidad en torno al manejo del agua urbana consiste en asegurar el suministro de volúmenes adecuados de agua para la población y para las actividades productivas. Esto no sólo incluye la planificación, construcción y funcionamiento de la infraestructura para la extracción, transporte y entrega del agua a los organismos operadores, sino también la negociación de trasvases considerables entre cuencas, en los casos en que los volúmenes disponibles localmente sean inadecuados para el crecimiento de las poblaciones urbanas y de los sectores productivos.

Hay que destacar que a más de una década de la implementación de la gestión del agua a través de organismos operadores a cargo de los municipios en el país, y considerando las diferencias que pudieran existir a lo largo del país, persisten dos problemas compartidos por los organismos de agua potable, son la carencia y falta de mantenimiento de la infraestructura hidráulica y la baja recaudación de tarifas. Barkin y Klooster (2006) señalan que la gestión del agua es sectorial y fragmentada, a pesar de la centralización. El proceso de reforma en México ha sido profundamente influenciado por el enfoque de la Gestión Integrada del Agua. A pesar de las reformas institucionales de largo alcance, el país, como la mayoría de la región, todavía está afectado por un sistema de gestión del agua que se caracteriza por un enfoque fundamentalmente sectorial; es decir, centrado en cada una de las categorías de los diferentes usuarios, agricultura, hidroelectricidad y urbano industrial.

Aunada a esta fragmentación sectorial, los servicios de agua urbanos en México se suministran a través de una enorme variedad de estructuras administrativas en diferentes partes del país. Aunque el sistema organizacional más común es el suministro de los servicios de agua a través de un departamento municipal, la mayoría de las personas son atendidas por organizaciones semiautónomas, que han ganado cierto grado de independencia por los cambios en la legislación estatal y municipal.

Aún cuando el balance no resulta positivo, existen avances que deben apreciarse; Barkin y Klooster (2006) consideran que los programas más importantes

para mejorar el suministro de agua han sido: la elaboración de registros confiables de usuarios y la instalación de medidores de consumo de agua, así como la habilitación de mecanismos para controlar su consumo, sin embargo, el desarrollar registros completos de los usuarios ha resultado especialmente difícil, por la ausencia de políticas de regularización de la propiedad urbana y de procesos para los nuevos asentamientos urbanos.

En resumen, sin duda la gestión del agua se identifica como un asunto estratégico y de seguridad nacional, convirtiéndose en uno de los elementos centrales de la política ambiental, y más aún, en un factor clave de la política de desarrollo social y económica; su disponibilidad condiciona la posibilidad de desarrollo de algunas regiones del país y su calidad es factor determinante para la salud y bienestar de la población.

Para Barkin y Klooster (2006) la gestión del agua urbana en México en particular, se está enfrentando a presiones de todos los sectores sociales. Desde un punto de vista presupuestal y administrativo, el sistema está en crisis debido a la persistencia de subsidios que van en aumento, en el que se proporciona un servicio inadecuado que sistemáticamente discrimina a los sectores pobres y rurales de la sociedad. Desde la perspectiva de salud pública, la calidad del agua está creando problemas epidemiológicos debido a su mala calidad, que al ser distribuida a la población resulta inadecuada para el consumo seguro, o las dependencias son incapaces de convencer a sus clientes de que su calidad es aceptable. La infraestructura urbana resulta anticuada e insuficiente; muchos departamentos de obras públicas no tienen una idea razonable de la manera en que sus sistemas se han construido y carecen de las herramientas analíticas y de maquinaria básica para corregir la situación. Desde el punto de vista ambiental, la mayoría de los acuíferos que proveen a las áreas urbanas son sobreexplotados, provocando niveles peligrosos de reducción en los mantos freáticos y la concentración creciente de minerales nocivos y de residuos agroindustriales que ocasionan innumerables problemas de salud pública y de tipo ecológico; las descargas de aguas residuales sin control están exacerbando los problemas.

3.2. Marco institucional y legal del agua en México

Como se observa la gestión que se ha dado al recurso es producto y reflejo de los procesos políticos sociales, económicos y culturales de cada época, los cuales tejieron la intrincada red de relaciones existente entre la sociedad y el recurso que existen hoy en día. Así, para comprender el marco legal y la problemática en la gestión del agua en México es necesario hacer un breve repaso por las diferentes etapas por las que ha transitado el país en esta materia. Se ha encontrado que la forma de controlar, almacenar y distribuir el agua, así como sus diversas formas de apropiación y reglamentación se han transformado conforme a los cambios en las prioridades que el estado y la sociedad le dan a los diferentes usos del agua. También se puede apreciar que algunos problemas como el acceso equitativo al agua o los conflictos entre usuarios han prevalecido no obstante los cambios realizados en la administración del agua. Por otra parte se señala el surgimiento de los problemas propios de la era moderna, como la disminución constante en la calidad del agua y

la sobreexplotación de los cuerpos de agua, especialmente del agua subterránea. En las siguientes líneas se describirán las etapas previas de gestión del agua a nivel nacional las cuales han dado lugar finalmente al modelo de gestión actual del agua en México.

3.2.1. Proceso histórico de la gestión del agua en México

El proceso de centralización del agua

De acuerdo con Sánchez (2002) durante la Colonia y hasta bien entrado el siglo XX hubo una continuidad importante en la forma en que se administraba localmente el agua en distintas partes del territorio nacional. En esta época prevaleció la inexistencia de una autoridad central, propietaria o administradora del agua permitió una administración descentralizada del recurso, a pesar de su variedad y dispersión. Uno de sus fundamentos fue el predominio de acuerdos socialmente aceptados e institucionalizados, bajo un control local, que de acuerdo con Aboites (1998), descansaba tanto en autoridades (Ayuntamiento preponderantemente) como en los grupos de productores directamente vinculados a la explotación hidráulica, tales como barrios, comunidades de riego o centros laborales y empresas, pero donde existían elementos comunes como la facultad para otorgar concesiones de agua, el papel jugado en el mantenimiento de los sistemas hidráulicos y en la distribución del líquido, la presencia de estructuras administrativas, los mecanismos de control y coacción local (Sánchez, 2002). Así, según Cabrera (1972), hasta antes de 1888 los usos del agua tenían que ver exclusivamente con el derecho civil, el manejo del agua era un asunto esencialmente privado.

No obstante este manejo local, el acceso al agua estaba marcado profundamente por desigualdades tanto en el campo como en la ciudad. Aboites (1998) menciona la existencia de élites que aprovechaban la figura del ayuntamiento y la forma de organización de las comunidades de riego basadas en acciones o derechos que podían ser adquiridos libremente, aumentando dicha desigualdad. La existencia de un mercado de aguas, como todo mercado, involucraba a desiguales y, por ello, constituía otra vía para consolidar y acrecentar el reparto desigual de esta porción de la naturaleza.

La continuidad en el manejo del agua desde la Colonia se vio interrumpida por una participación más activa del gobierno federal en cuestiones hidráulicas que, con el tiempo, desplazó a las autoridades locales y a los grupos sociales involucrados en la explotación de las aguas, a partir de que se hizo materia de grandes negocios debido a la introducción de la irrigación sobre grandes extensiones de tierra y la generación de energía eléctrica (Cabrera, 1972). Para atraer el agua dentro de la jurisdicción federal se inició un proceso legislativo que permitió el manejo centralizado de los usos del agua por parte del ejecutivo federal mediante la modificación al artículo 72 de la Constitución de 1857, donde se establecía que el gobierno federal contaba exclusivamente con funciones de vigilancia y policía, pero que carecía de derechos de propiedad y, por lo tanto, de facultades para traspasar o

cederlos a otros (Aboites, 1998), pero marcó el inicio de la centralización del agua en manos de la federación.

En la última reforma a la ley porfiriana de 1910 se dieron algunos cambios, con un cuerpo legal mucho más fino, consolidando un nuevo orden legal basado en el principio de que las aguas de jurisdicción federal son de dominio público y de uso común y, en consecuencia inalienables e imprescriptibles. También se establecía un orden de prioridad en la concesión de derechos de agua según el tipo de aprovechamiento. Ampliaba, aclaraba y perfeccionaba las facultades federales en la materia, sin embargo, la cantidad de requisitos que establecía la ley de aguas estaba diseñada para que el recurso fuera accesible sólo a empresas de gran envergadura.

A la caída del régimen Porfirista la constitución de 1917 rompió drásticamente con la de 1857, sobre todo en términos de las relaciones entre la esfera pública y la privada. A diferencia de la Constitución de 1857 que reivindicaba el predominio del ciudadano individual y el respeto irrestricto a la propiedad privada, la Constitución de 1917 estableció el predominio del interés público por encima de los derechos de los particulares. En esta ley los usuarios ya no serían solamente agricultores privados y empresas, sino también corporaciones y ejidos, pero Collado (2008) opina que la labor legislativa pos revolucionaria en realidad no desmanteló el régimen porfirista, por el contrario ratificó y reforzó el papel del gobierno federal, al sumar a la jurisdicción federal del agua la propiedad nacional en 1917. La diferencia entre el régimen porfirista y el revolucionario es que el segundo abrió otros cauces para el acceso al agua, a través del reparto agrario.

Con estas disposiciones legales se configuró una vía de acceso al agua distinta a la prevista por la ley de aguas vigente. De 1915 en adelante, en el país coexistían dos procedimientos legales para el acceso al agua: la liberal individualista, basada en la concesión gubernamental prevista en la ley de aguas de 1910 y la forma corporativa agrarista de la restitución y dotación de ejidos, que tenía gran semejanza con la legislación de origen Colonial. De cualquier manera, en ambos procedimientos el acceso al agua era una cuestión federal, es decir, un establecimiento de relaciones entre los grupos sociales y una instancia específica del poder público que, como se vio, había ido ganando funciones y atribuciones a lo largo del siglo XIX (Meyer, 1997).

A pesar de estos cambios, el gobierno federal fue débil, sobre todo durante los primeros años del periodo pos revolucionario (Aboites, 1998), lo que se manifiesta en la incapacidad para imponer plenamente el dominio federal sobre las aguas, como estaba previsto por la legislación vigente, y en la resistencia de los grupos locales a reconocer y aceptar ese dominio. Un ejemplo de esa debilidad eran las limitaciones que tenía para obtener información y el tener que recurrir a los presidentes municipales para hacerse de ella. Para 1930 prevalecían los arreglos, normas y costumbres que colocaban al ayuntamiento como figura clave en la organización de los usos del agua.

La tensión por el control del agua entre la federación y los ayuntamientos se extendió por varias décadas, pero la nueva legalidad y autoridad estaban diseñadas

para desarrollar una nueva forma de usar el agua, basada en la irrigación sobre grandes extensiones de tierra, la generación de energía hidroeléctrica y el abasto de agua potable (Aboites y Estrada, 2004). En 1929 nuevamente se dio un cambio en la legislación, donde se limitó la posibilidad de especular con las concesiones lo que significó la posibilidad de dotar y restituir derechos de aguas a pueblos y comunidades.

Los usos de agua conocieron una inédita intervención gubernamental a través de la creación, en 1926, de la Comisión Nacional de Irrigación, CNI, que significó un cambio notable, ya que, por primera vez, se creaba un organismo de carácter nacional dedicado al agua, que venía a hacer frente a la complejización creciente de los usos del agua, que obligaba a rebasar el nivel regional o provincial (Aboites, 1998). Este organismo, especializado en la construcción de obras de irrigación y en la administración de los sistemas de riego, incluyendo el proyecto de colonización de las tierras irrigadas, aunque dependía de la entonces Secretaría de Agricultura y Fomento (SAyF) gozó de gran autonomía presupuestal y operativa. Esta Secretaría, a su vez, conservó sus funciones de regulación, vigilancia y administración de los aprovechamientos hidráulicos, consolidando su jurisdicción en materia de agua.

Consolidación del modelo centralizador

La creciente injerencia del gobierno federal en materia de agua exigía un aparato administrativo que derivó en la creación de la Secretaría de Recursos Hidráulicos SRH, con el que culminó el proceso de centralización que se venía gestando, dicha secretaría absorbió las funciones de la antigua Secretaría de Agricultura y Fomento en la regulación de los aprovechamientos hidráulicos de carácter federal, y las labores de construcción de la CNI, y hacía suyas las funciones de algunas dependencias del Departamento de Salubridad (agua potable) y de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas.

Aboites (1998) señala que el objetivo era impulsar el aprovechamiento integral de los recursos hidráulicos y concentrar en un solo organismo el esfuerzo del gobierno federal en materia de agua con un gran número de atribuciones entre las que se encontraban la formulación de un inventario de las aguas y suelos del país, el aprovechamiento del agua de riego, el suministro de agua y drenaje a las poblaciones, que incluía tanto usos industriales, domésticos como municipales, la generación de energía eléctrica en las obras de riego ejecutadas por la SRH, la defensa contra inundaciones, la creación y el mejoramiento de vías fluviales de navegación, la realización de las planificaciones integrales para el aprovechamiento de los recursos hidráulicos tanto de agua almacenada como de la superficie de riego del país y la promoción el establecimiento de los ordenamientos legales que permitieran el desarrollo de la nueva política hidráulica.

Con este conjunto de atribuciones, la SRH pudo intervenir en todo el país, de forma directa y absoluta, en el manejo del recurso hídrico, y de forma indirecta, en el desarrollo de los otros recursos ligados al agua. Los cambios tecnológicos y económicos ocurridos desde 1888 propiciaron el surgimiento de un enorme organismo que contaba con el poder político y económico acorde con la importancia que el Estado le daba al sector hidráulico. El periodo 1946 - 1976 en el que la SRH mantuvo

el control del sector hidráulico en el país se caracterizó por incentivar el aumento, la diversificación y la expansión de los usos del agua donde destacan la proliferación de pozos para extraer agua para usos agrícolas e industriales, así como la introducción masiva de los servicios de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, todo esto bajo una visión de conquista del recurso mediante la tecnología, donde la justificación primordial de la existencia de la SRH fueron los distritos de riego (Aboites, 2009).

El poderío de la SRH sólo gozó de una franca autoridad en los primeros años, después, con el paso del tiempo, surgieron problemas inherentes a la explotación intensiva de los cuerpos de agua, producto de un manejo poco conocedor del régimen hídrico. Aboites (2009) señala que México fue uno de los primeros países en presentar los síntomas de la crisis del agua, justo en su ciudad capital. Fueron introducidas las vedas, sin mucho éxito debido a la dificultad para mantener un control sobre los pozos explotados, lo que evidencia la falta de control real que tenía el gobierno federal sobre el recurso. Aboites indica que, en realidad, el gobierno federal nunca mantuvo su autoridad, pues se cometían, de manera reiterada y sistemática, violaciones a la reglamentación como la dificultad en la cobranza del servicio de abastecimiento de agua en las ciudades.

La transición hacia el modelo descentralizador

A inicios de la década de los setenta, se manifestó la crisis por la que atravesaba el modelo de gestión del agua centralizado, a partir de tres factores que tienen que ver con el tránsito de una sociedad rural a otra de carácter preponderantemente urbano. El primer factor corresponde de acuerdo con Aboites (2009) a la creciente inoperancia del modelo de la SRH, en vista del aumento y diversificación de los usos del agua y por la oposición manifestada por diversos grupos sociales. El segundo factor representa la descomposición del argumento y del arreglo político que daban preferencia a la inversión pública en obras de grande irrigación en el norte del país, lo que se refleja en el debilitamiento de las inversiones en dicho ramo y, más tarde, en la disolución de la SRH. Finalmente, el tercer factor es la profunda crisis económica que evidenció la extrema debilidad fiscal del Estado Mexicano con el surgimiento de nuevos referentes ideológicos encaminados a reducir de manera sustancial la injerencia general del Estado en la economía y en la regulación de las actividades privadas, el llamado neoliberalismo. Un acompañante fiel de éste ha sido el ambientalismo, es decir, el conjunto de ideas y políticas que expresan la preocupación aparente por lograr que el indispensable crecimiento económico se logre sin causar un mayor deterioro del medio ambiente.

El cambio de la política general del Estado Mexicano con respecto al manejo del agua se manifestó por tres eventos importantes que se ubican en los años 1985-1992 con el inicio de un nuevo proyecto estatal que tiene como base la crisis y el desmantelamiento del modelo centralizador.

El primero de esta serie de eventos fue la desaparición de la SRH en 1976, que significó una reducción de la inversión en irrigación y, en general, en el ramo de aguas, así como una reorientación de esa inversión cada vez más pequeña hacia las

ciudades y la energía hidroeléctrica. Las responsabilidades de la SRH fueron dispersadas a diversas dependencias burocráticas: la contaminación y el abasto urbano pasaron a la recién creada Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP), las responsabilidades de energía continuaron bajo la responsabilidad de la dependencia federal encargada del fomento industrial y las responsabilidades de construcción y regulación quedaron en manos de la nueva Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) (Collado, 2008).

El segundo evento culminó en 1985, cuando se decidió volver a cobrar por el uso de agua. Esta decisión fue significativa, pues desde 1929 no se había cobrado por los usos del agua (Aboites, 2009), y es un indicativo de la mercantilización que posteriormente se daría del agua, al asignarle un valor económico que abriría las puertas a la inversión privada.

El tercero se dio en 1992, con la promulgación de la nueva ley de aguas nacionales, que considera conceptos originales que constituyen una verdadera redefinición del marco normativo hidráulico en cuanto a la gestión, vigilancia y control, coordinación, concertación, financiamiento, y todos los aspectos relacionados con la política hídrica impulsados por el gobierno federal. Entre sus aportaciones principales destacan: a) la adecuación de los aspectos institucionales que propician la administración integral y por cuencas del recurso y consolidan a la Comisión Nacional del Agua como autoridad ejecutiva única en la materia; b) la adecuación de un marco jurídico relacionado con las concesiones y asignaciones que buscan eliminar las prácticas previas de concesiones y asignaciones; y c) la creación del Registro Público de Derechos de Agua que brinda protección jurídica adicional al usuario, permite la transmisión de derechos y el cambio de uso del agua (Ortíz, 2008).

3.2.2. La política federal del agua

A inicios de la década de los noventa, mediante la promulgación de la Ley de Aguas Nacionales, se configuró a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) como la mayor instancia regulativa en materia de agua, dependiente de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Como instancia regidora de la política hídrica nacional la CONAGUA tiene a su cargo la función de planeación hídrica, la cual comprende al Programa Nacional Hídrico. Estas funciones de planeación las lleva a cabo con el apoyo de los Organismos de Cuenca y con el concurso de los gobiernos del Distrito Federal; de los estados, y, a través de éstos, de los municipios, integrando así un proceso de planeación de abajo hacia arriba (Véase *Figura 3.1*).



Figura 3.1 Esquema de Planeación Hídrica en México (Fuente: CONAGUA, 2010a).

Dando seguimiento a lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la CONAGUA elaboró, a finales de la década de los noventa el Programa Hidráulico Nacional 2001-2006, el cual por primera vez, se hace mención de un nuevo elemento de la planeación nacional, la denominada nueva visión del sector hidráulico en México al 2025. Éste representa uno de los primeros intentos para tratar de establecer un sistema de planeación a largo plazo. Otro elemento novedoso es la participación de los usuarios y la sociedad civil en el proceso de planeación hidráulica (Martínez, 2009). A partir de entonces, la política hídrica del país es diseñada bajo este esquema, donde se ha continuado la visión descentralizada iniciada en los noventa, que se encuadra dentro de la visión del desarrollo sustentable.

El programa hídrico vigente 2007-2012 asume como premisa básica el desarrollo sustentable, y fue formulado por la CONAGUA a partir de la definición de los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, en concordancia con los programas sectoriales derivados de éste que tengan relación con la gestión del agua: a) Programa Nacional de Infraestructura, y b) Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales y tomando en consideración los Programas Nacionales Hidráulicos previos, los Programas hídricos por región hidrológico-administrativa así como la opinión pública detectada a través de consultas en su página de Internet (CONAGUA, 2008a).

Aunada a estas consideraciones, la política hídrica nacional está sustentada sobre los principios de la gestión por cuencas hidrológicas y la inclusión de la participación pública a través de los organismos de cuenca. Entre los objetivos de esta política hídrica se encuentra: mejorar la productividad del agua, en el sector agrícola; incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento; promover el manejo integrado y sustentable del agua en cuencas y acuíferos; mejorar el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico, así como consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua, promover la cultura de su buen uso y crear una

cultura contributiva y de cumplimiento de la Ley de Aguas Nacionales en materia administrativa.

3.2.3. Instituciones a nivel regional

Para llevar a cabo sus funciones la CONAGUA ha delimitado trece Regiones Hidrológico Administrativas que están formadas por agrupaciones de cuencas, respetando los límites municipales para facilitar la integración de la información socioeconómica, estos organismos de cuenca son los siguientes (CONAGUA, 2009) (Véase *Tabla 3.1*).

Tabla 3.1 Organismos de Cuenca.

Organismo	Ciudad Sede	Superficie continental (miles de km ²)	Agua renovable hm ³ /año
I. Península de Baja California	Mexicali, Baja California	145.49	4 667
II. Noroeste	Hermosillo, Sonora	205.29	8 499
III. Pacífico Norte	Culiacán, Sinaloa	151.93	25 630
IV. Balsas	Cuernavaca, Morelos	119.22	21 680
V. Pacífico Sur	Oaxaca, Oaxaca	77.09	32 824
VI. Río Bravo	Monterrey, Nuevo León	379.6	12 163
VII. Cuencas Centrales del Norte	Torreón, Coahuila	202.39	7 898
VIII. Lerma Santiago Pacífico	Guadalajara, Jalisco	190.44	34 533
IX. Golfo Norte	Ciudad Victoria, Tamaulipas	127.14	25 564
X. Golfo Centro	Xalapa, Veracruz	104.63	95 866
XI. Frontera Sur	Tuxtla Gutiérrez, Chiapas	101.81	157 754
XII. Península de Yucatán	Mérida, Yucatán	137.8	29 645
XIII. Aguas del Valle de México	Distrito Federal	16.42	3 513

Fuente: CONAGUA (2007).

Los organismos de cuenca son unidades técnicas, administrativas y jurídicas especializadas, con carácter autónomo, dependiente del Director General de la CNA, con funciones que abarcan, entre otras, la planeación, administración y custodia de la explotación, uso y aprovechamiento de las aguas nacionales, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad, además de fomentar y apoyar el desarrollo de los sistemas de agua potable, tratamiento, reúso de aguas, riego, drenaje, control de avenidas y protección civil. Para ello también cuenta con facultades de construcción y operación de la infraestructura hidráulica, así como de la instancia jurídica y financiera en obras hidráulicas que no estén a su cargo.

3.2.4. La gestión del agua a nivel estatal y municipal

En México, cada entidad federativa cuenta con facultades para promulgar leyes de agua estatales, en las cuales se define la distribución de funciones, las

cuales, sin embargo no pueden contravenir lo establecido por la Ley de Aguas Nacionales. Así por ejemplo en el Estado de México, el artículo 18 de la Ley del Agua del Estado de México establece que los servicios públicos de suministro de agua potable, drenaje y tratamiento de aguas residuales están a cargo de los ayuntamientos, quienes podrán ejercerlos mediante cualquiera de las siguientes dependencias y entidades:

1. Dependencias municipales (*departamentos de agua de los ayuntamientos municipales*)
2. Organismos descentralizados municipales o intermunicipales, (Conocidos como ODAPAS) cuyo origen se remonta a la política de 1992, donde se transfiere la responsabilidad de proveer los servicios de agua potable y alcantarillado a los estados y municipios de, cuando antes lo hacía el gobierno federal)
3. La Comisión de Agua del Estado de México
4. Los sectores social y privado (sistemas independientes, administrados por los ejidos, agrupaciones vecinales o fraccionamientos).

En cambio, en el Distrito Federal los servicios de distribución en la ciudad se encuentran concentrados bajo un único organismo público descentralizado. El Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM), al fusionarse la entonces Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) con la Comisión de Aguas del Distrito Federal (CADF).

El Sistema de Aguas de la Ciudad de México SACM es un órgano desconcentrado de la administración pública del Distrito Federal, adscrito a la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, cuyo objeto principal es la operación de la infraestructura hidráulica y la prestación del servicio público de agua potable, drenaje y alcantarillado, así como el tratamiento y reúso de aguas residuales.

El SACM tiene facultades de planeación, siendo también el organismos encargado de formular, actualizar y controlar el desarrollo del programa de operación hidráulica del Distrito Federal, así como los estudios y proyectos de abastecimiento de agua potable y reaprovechamiento de aguas residuales, construyendo y conservando las obras de infraestructura hidráulica y de drenaje que requiere la ciudad, en coordinación con las autoridades competentes.

A la vez, el SACM establece la coordinación con las instituciones y organismos precisos para desarrollar acciones conjuntas con los municipios y estados circunvecinos al Distrito Federal en materia hidráulica, además de planear, instrumentar y coordinar acciones que conduzcan a lograr el uso eficiente del agua en el Distrito Federal.

Sistemas de Agua Municipales

El artículo 115 constitucional establece las bases sobre las que debe regirse el funcionamiento de los municipios, entre las cuales se confiere la responsabilidad de prestar los servicios de agua potable alcantarillado y el tratamiento y disposición de aguas residuales.

Para el cumplimiento de sus funciones el municipio tiene derecho de contratar una compañía privada para operar los sistemas de abastecimiento de agua u operarlos directamente, de tal forma que se pueden crear organismos operadores de agua, siendo estos organismos operadores los responsables de la extracción, captación, conducción y distribución de agua. Igualmente, los organismos operadores son los responsables de fijar las tarifas que, previa aprobación del congreso local, serán cobradas a los usuarios por los servicios de agua potable, alcantarillada y tratamiento y disposición de aguas residuales.

Como se observa, de los tres órdenes de gobierno - federal, estatal y municipal- los municipios juegan un papel crítico en la gestión del agua, ya que la ley ha delegado en ellos la responsabilidad del suministro de agua potable y saneamiento a la población, así como el establecimiento de tarifas para los servicios de agua, alcantarillado y la planeación del uso de suelo. Los gobiernos locales son los principales actores involucrados en el tratamiento y suministro de agua potable, pero con recursos más limitados, en tanto que la CONAGUA mantiene un papel preponderante en la planificación construcción y funcionamiento de la infraestructura para la extracción, transporte y entrega del agua a los organismos operadores, y también la negociación de trasvases considerables entre cuencas, en los casos en que los volúmenes disponibles localmente son inadecuados para el crecimiento de las poblaciones urbanas y los sectores productivos.

Esta desigual distribución de poderes incide en la generación y manejo de datos e indicadores relacionados con la gestión del agua, como se explica a continuación.

3.3. Desarrollo de indicadores en México

En México el desarrollo y manejo de la información ambiental ha estado fuertemente centralizado; de la revisión realizada en relación con la producción de indicadores ambientales se encontró que las principales iniciativas en la producción de indicadores ambientales surgieron de instancias de carácter nacional como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, siendo prácticamente nula la participación de estados, municipios e incluso de instancias no gubernamentales, en la producción de éstos.

Cabe señalar a su vez que el surgimiento de las diferentes propuestas de indicadores ambientales no ha sido fruto de una reflexión de las autoridades encargadas del manejo de los recursos naturales, sino que provienen de propuestas

de organismos internacionales, que han promovido la evaluación del estado del medio ambiente. Rodríguez y Flores (2009) refieren que los primeros pasos formales del gobierno federal hacia el desarrollo de indicadores ambientales los desarrolló el Instituto Nacional de Ecología (INE) en 1993, a través de su participación en el Taller Norteamericano de Información Ambiental, al lado de las agencias ambientales canadiense -*Environment Canada*- y norteamericana -*Environmental Protection Agency*-, EPA. Como resultado de este taller surgió el estudio “Un acercamiento hacia los indicadores ambientales para México, 1994”, que estableció las bases conceptuales para el desarrollo de indicadores ambientales en este país.

El siguiente paso lo constituyó la publicación Avance en el Desarrollo de Indicadores para la Evaluación del Desempeño Ambiental de México 1997, que utilizó como marco metodológico el esquema de Presión – Estado – Respuesta (PER), con modificaciones que incorporaron las experiencias en este tipo de iniciativas de algunos países y organismos internacionales con avances en la materia. Su propósito fue establecer un conjunto de indicadores que sirvieran como herramienta para evaluar el desempeño de las políticas ambientales.

La Evaluación del Desempeño Ambiental, Reporte 2000, fue la continuación de los esfuerzos por integrar un sistema de indicadores ambientales. En esta publicación se incluyeron actualizaciones de los indicadores contenidos en la publicación de 1997 y se incorporaron nuevos temas: agua, bosques, suelos y pesca. En este trabajo se mantuvo el modelo PER, y se procuró establecer la relación del ambiente con algunos sectores productivos, todo bajo un enfoque de sostenibilidad ambiental.

También en 2000 se publicaron los Indicadores de Desarrollo Sustentable en México, elaborados por el INEGI y la entonces Secretaria del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Los indicadores formaron parte del compromiso asumido por México al adherirse al Programa de Acción para el Desarrollo Sustentable, suscrito en la Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en 1992. Como producto de ese esfuerzo, México documentó 113 de 134 indicadores posibles que propuso la Comisión para el Desarrollo Sustentable.

Uno de los avances más recientes y significativos fue la publicación, en 2006, de los Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México: 2005, el cual fue puesto al alcance del público mediante un disco compacto. Esta obra presentó cerca de 140 indicadores y otras 450 variables complementarias, con las que se pretende dar una visión más profunda acerca del estado del medio ambiente del país.

No obstante el carácter centralizado en la producción de indicadores, existe una dispersión de datos que ha llevado a la SEMARNAT a crear un sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales, del cual forma parte a su vez el Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales SNIARN. El objetivo central del SNIARN es la integración y difusión de la iniciativa nacional de indicadores ambientales en la forma de sus diferentes conjuntos, con la intención de brindar información ambiental confiable y oportuna a los tomadores de decisiones y al público en general sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales del país.

El SNIARN opera bajo el modelo Presión- Estado- Respuesta, con base en varios conjuntos de indicadores, los cuales van desde indicadores claves, internacionales, estatales y regionales, que integran diversas dimensiones del medio ambiente, como la biodiversidad, agua, atmósfera, residuos sólidos y capa de ozono, entre otros.

3.3.1. Indicadores relacionados con el agua

El tema del agua ha estado presente en la generación de indicadores a nivel nacional, sin embargo, éstos sólo miden la disponibilidad de agua y la calidad de agua en los cuerpos superficiales y por regiones hidrológicas administrativas. El carácter sumamente centralizado en la gestión del agua ha dado lugar a una compleja red de información, pero que no necesariamente ha derivado en la producción de indicadores.

La red de información del agua que existe en el país registra sus antecedentes cuando México ingresó a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico OCDE, en un estudio diagnóstico para definir las necesidades y alcances de la CONAGUA, institución especializada según la ley de aguas nacionales. Se detectó un rezago en las redes de monitoreo y una dispersión en las bases de información que además, se encontraban incompletas e inaccesibles, así como una falta de personal en la cantidad, y especialidades requeridas y una capacitación deficiente del mismo.

A partir de este diagnóstico, se creó el Programa de Modernización del Manejo del Agua PROMMA financiado por el Banco Mundial (CONAGUA, 2006a), que contemplaba entre sus objetivos la modernización de los sistemas de monitoreo y de información. Este programa contribuyó generando información básica del ciclo hidrológico, sistematizándola e innovándola; en otros casos se articularon los sistemas para dar consistencia y congruencia (CONAGUA, 2006b). Resultado de esta política de modernización, fueron diseñados o mejorados varios sistemas de información, como respuesta a las necesidades internas de las diferentes áreas de la CONAGUA, así, Valencia (2005) menciona la existencia de ocho sistemas de información independientes de la CONAGUA que incluyen información hidroclimatológica, calidad de agua de cuerpos superficiales, el Servicio Meteorológico Nacional, el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Aguas Subterráneas, el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) y el Sistema de Información sobre los Proyectos de Infraestructura Hidráulica (SIPROIH) entre otros.

Debido a que otras instituciones como la SEMARNAT y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía cuentan con sus propios sistemas de información relacionadas con la gestión del agua: en 2001 se empezó a trabajar en la conformación un sistema nacional que agrupara de manera central toda la información relacionada con el agua. Primero se trabajó en la integración y normalización de los datos de varios proyectos o procesos y metadatos elaborados por la SEMARNAT, y los primeros diccionarios de datos definidos por el INEGI (Valencia, 2005).

Posteriormente se trabajó en la conceptualización del Sistema Nacional de Información del Agua SINA y los Sistemas Regionales de Información SIRA's sobre cantidad, calidad usos y conservación del Agua. El primero se encuentra a cargo de la Comisión Nacional del Agua y los SIRA's a cargo de los Organismos de Cuenca. En conjunto estos sistemas forman una importante red de información del agua. En esta red, todo lo relativo a la integración de sistemas nacionales de información estadística y geográfica, es coordinado por el Instituto Nacional de Estadística, y Geografía (INEGI); de ahí que para la integración del SINA la Comisión Nacional del Agua debe interactuar con otras instituciones, a través de diferentes instancias de participación. Para tal efecto se ha formado el Comité Técnico Sectorial de Estadística e Información Geográfica del Sector Medio Ambiente en el cual participan el INEGI y todas las áreas de la SEMARNAT, incluyendo órganos desconcentrados y organismos descentralizados. En este Comité Sectorial se ha integrado un Grupo Temático del Agua, en el cual participan todas las áreas de la CONAGUA para conceptualizar e implementar el Sistema Nacional de Información, así como para su vinculación con los sistemas regionales de información.

De esta forma, la información es manejada por una red federal de Información sobre el agua, integrada por la CONAGUA, el INEGI, la SEMARNAT y otras instancias federales que comparten su información **Figura 3.2**.

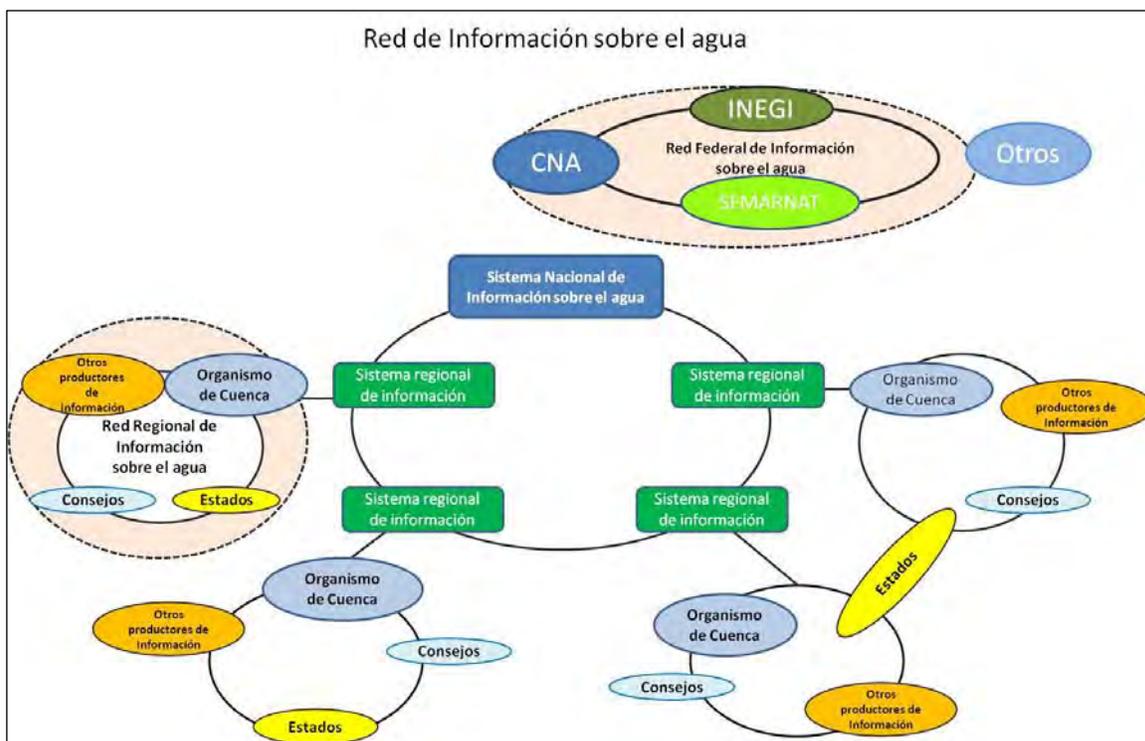


Figura 3.2 Red de Información sobre el agua (Fuente: CONAGUA, 2006b).

Para la integración de estos sistemas de información, Valencia (2005) señala que se definieron cinco procesos que contemplan un inventario y el desarrollo de las

fuentes de datos e información, la elaboración de un lenguaje común, la gestión documental y finalmente la difusión del conocimiento sobre el agua.

No obstante la importante labor de recopilación y gestión de datos de esta red de información, su interés se ha enfocado principalmente en la producción de estadísticas y compendios de información relacionados con los diferentes sectores del agua. Así, dentro de estos productos se encuentran el informe sobre la Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento; el Atlas del Agua, las estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego y las Estadísticas del Agua en México. Esta última obra representa el trabajo de mayor relevancia, por su continuidad en la publicación de datos básicos (CONAGUA, 2003). Si bien estas estadísticas representan una herramienta importante en la gestión del recurso, representan sólo la etapa previa al desarrollo de indicadores, es decir son un conjunto de datos sistematizados, pero que no cuentan con un análisis más crítico de los datos que establezca metas a seguir o indique puntos de ruptura en las tendencias sobre la situación ambiental del recurso. A cargo de esta red, el único grupo de indicadores propuestos corresponde al programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores de Agua Potable.

Así, se observan dos tendencias en el desarrollo de indicadores relacionados con la gestión del agua, por un lado se tienen indicadores aislados que forman parte de estadísticas cuyo objetivo es presentar información sobre el estado del recurso, evaluando aspectos relacionados con la disponibilidad del recurso y, en segundo lugar, se tienen aquellos indicadores cuyo objetivo es medir la eficiencia para satisfacer las necesidades de cobertura de agua potable y alcantarillado de la población.

El modelo de gestión del agua donde existe una institución que centraliza las funciones de planeación y de recopilación y manejo de los datos ha desincentivado el desarrollo de indicadores de agua, al ser prácticamente el único generador de indicadores relacionados con el agua. Así aún cuando se encontraron iniciativas de diferentes instituciones, son homogéneas y miden básicamente las mismas categorías: la disponibilidad del agua, la calidad del agua y el grado de cobertura en el servicio (Véase **Tabla 3.2**).

Tabla 3.2 Indicadores ambientales relacionados con el agua en México.

Indicadores Ambientales	Tipo de Iniciativa	Categorías Medidas	Periodicidad
Indicadores de desempeño ambiental	Federal: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales	Disponibilidad del agua Calidad del agua	Anual
Estadísticas del Agua en México	Federal: CONAGUA	Disponibilidad del agua Calidad del agua	Anual
Estadísticas del Agua Región XIII	Federal: CONAGUA	Disponibilidad de agua Cobertura del servicio de agua potable y alcantarillado	Anual

Fuente: Elaboración propia

Esto se debe a que, como se mencionó, la CONAGUA controla, mediante su sistema de información del agua, la información requerida de todos los organismos operadores de agua potable y saneamiento del país. Por otra parte, debido a que la legislación establece que la función principal de los organismos operadores es el abastecimiento de agua potable y drenaje a la población de la ciudad, sus indicadores se enfocan únicamente en el logro de la cobertura de estos servicios y en la eficiencia física y comercial, donde la eficiencia comercial se refiere al porcentaje de recaudación obtenido respecto del volumen facturado, y la eficiencia física se refiere al porcentaje de agua facturada respecto del volumen de agua producida y, por lo tanto, su intención no es medir el estado del recurso.

Dentro de este esquema de evaluación de indicadores de desempeño se encontraron varias propuestas. La más elaborada proviene del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), organismo dependiente de la CONAGUA, el cual, bajo el programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores de Agua, inició en 2005 con 11 indicadores y en la actualidad cuenta con un total de 30 indicadores, cuyo propósito es evaluar el desempeño de un operador de agua potable, en términos de continuidad en el servicio y calidad de agua, los elementos que forman su infraestructura, los registros de sus usuarios, la producción de agua potable suministrada a los consumidores, la capacidad de sus unidades de tratamiento, la atención a quejas de los usuarios, el pago del servicio, y los costos de operación, mantenimiento y administración (Véase **Tabla 3.3**).

Como propuesta independiente, el Consejo Consultivo del Agua, organismo no gubernamental, realizó en 2010 un primer informe en el que propuso una lista de indicadores, el cual fue actualizado en 2012. Este conjunto de indicadores es muy similar al elaborado por el IMTA. Ambas propuestas de indicadores tienen como principal debilidad el haberse elaborado con información proveniente de fuentes no auditadas, el número de municipios y/o ciudades reportadas que difieren en el tiempo, y una falta de congruencia de información entre un periodo y otro.

Tabla 3.3 *Indicadores de desempeño operativo en México.*

Indicadores de Desempeño Operativo	Tipo de Iniciativa	Categorías Medidas	Periodicidad
Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores	Federal, IMTA	Cobertura de agua potable y alcantarillado Eficiencia comercial Eficiencia física	Anual
Reportes del Sector de Agua Potable y Alcantarillado	Federal, CONAGUA	Cobertura de agua potable y alcantarillado Eficiencia comercial Eficiencia física	Anual
Indicadores Internos	Sistema de Agua de la Ciudad de México	Cobertura de agua potable y alcantarillado Eficiencia comercial Eficiencia física	Esporádico
Indicadores de Gestión del Agua Urbana	Organismo No Gubernamental, Consejo Consultivo del Agua	Cobertura de agua potable y alcantarillado Eficiencia comercial Eficiencia física	Anual

Fuente: Elaboración propia

La enorme similitud en el tipo de indicadores relativos a la gestión del agua urbana se relaciona con los sistemas de información de los organismos operadores de agua, en quienes recae la mayor parte de las responsabilidades de la gestión del

agua de una ciudad. Así, Olivares (2010) encontró que los sistemas de información de agua potable y saneamiento actuales en México, por lo general sólo reportan indicadores diversos, sin la base de datos el contexto en el cual se prestan los servicios, y con un escaso o nulo análisis de la información. Con frecuencia, estos sistemas se constriñen a soportar los objetivos de las instituciones que los operan, y no pretenden ser de interés general. La mayor parte de los sistemas de información de agua potable y saneamiento activos en México, registran alguno de los siguientes indicadores:

- Cobertura del servicio (agua potable, alcantarillado y saneamiento),
- Calidad del servicio (tiempo de conexión y reconexión de tomas; servicio continuo o por tandeos; presión del agua; estructura tarifaria creciente o servicio medido; pago mínimo o servicio medido),
- Desempeño físico (volumen de agua extraída, potabilizada, distribuida, mermada, usada, consumida, recolectada, tratada y reintegrada a un cuerpo de aguas nacionales; volumen de agua facturada, cobrada, no contabilizada y no rentable),
- Desempeño financiero (costos de extracción, potabilización, distribución, recolección, tratamiento y facturación; pago de derechos de uso del agua, pago por servicios ambientales y pago de derechos de uso de cuerpo receptor para descarga de aguas residuales no tratadas; tarifas de conexión y reconexión de tomas; tarifas de uso, recolección y tratamiento del agua; monto del volumen de agua facturada, cobrada y no rentable),
- Costo de capital (bombas, acueductos, canales, plantas de potabilización, red de distribución, colectores, plantas de tratamiento y emisores),
- Calidad del agua (extraída, abastecida y tratada),
- Atención a los usuarios (rapidez de respuesta a aclaraciones, grado de participación en la revisión tarifaria y promoción de la cultura del agua).

Una deficiencia más que se encontró es que algunos de los sistemas de información, en particular los operados por las Comisiones Estatales del Agua, suelen emplearse sin carácter vinculante para llevar a cabo evaluaciones comparativas.

3.3.2. Indicadores del agua urbana

El Sistema de Aguas de la Ciudad de México, encargado de la gestión del agua en la capital del país tiene como instrumento guía de su política hídrica, al Programa de Gestión Integral del Recurso Hídrico PGIRH, el cual se estructura a través de categorías de servicio (agua potable, drenaje, tratamiento, reúso, saneamiento y recarga) (Véase *Figura 3.3*). Este programa contiene las políticas, los objetivos y las líneas de acción a seguir, divididos en cuatro ejes o procesos, con la finalidad de llevar a cabo las responsabilidades otorgadas en la legislación. Estos ejes, de acuerdo con el programa son: los servicios hidráulicos, la gestión integral del recurso hídrico, la construcción de infraestructura hidráulica y el apoyo institucional, los cuales se dividen a su vez en diferentes procesos.

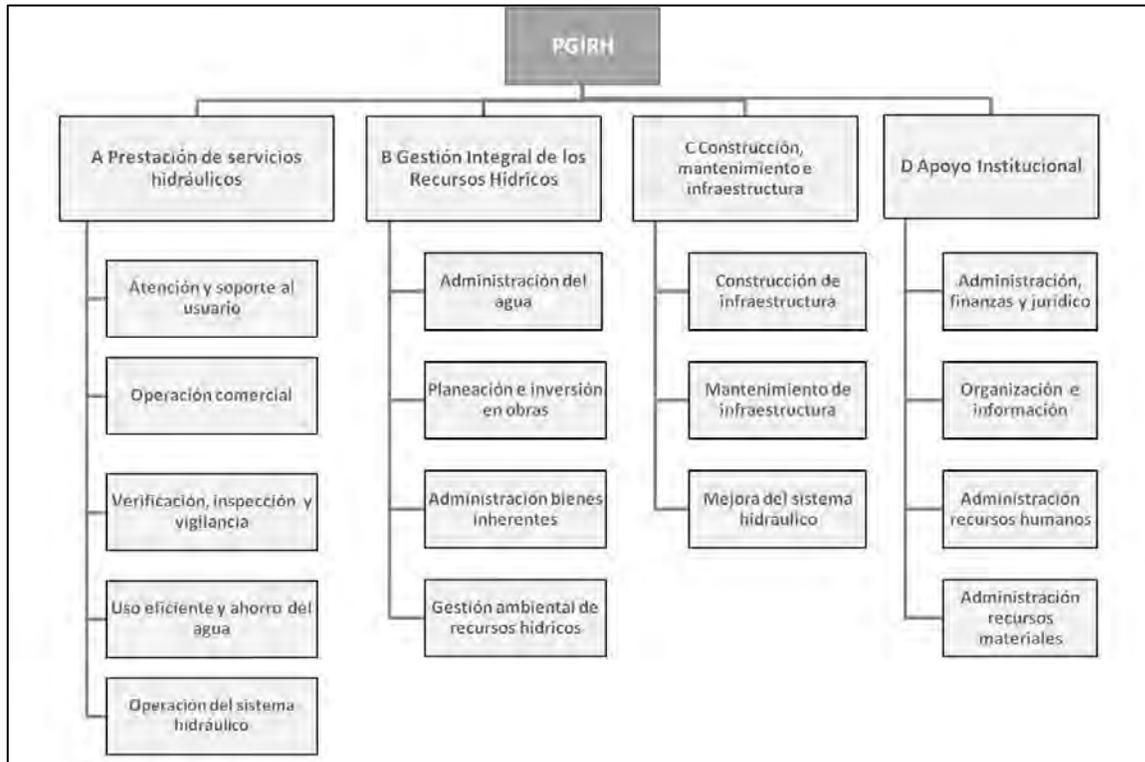


Figura 3.3 Estructura de planeación del Programa de Gestión Integral del Recurso Hídrico (Fuente: Modificado de SACM, 2005).

El objetivo del PGIRH es garantizar los servicios de agua y saneamiento como un derecho humano, en cantidad y con calidad a todos los habitantes de la ciudad; para ello se prevé que los programas de prestación de servicios de agua potable, drenaje, tratamiento de aguas residuales y reúso, sean evaluados conforme a lo establecido en el Sistema de Indicadores de Gestión Integral (SIGI). Este sistema de indicadores pretende, con la información obtenida y analizada en todas las etapas y procesos de la organización, poder detectar signos de alerta sobre problemas y tomar acciones para controlarlos. Asimismo, contempla el uso de la información para la planeación de mejoras de largo plazo en la productividad y calidad de sus servicios y productos.

El SIGI, de acuerdo con la entrevista realizada a personal del SACM, surge en un inicio de requerimientos de información que la CONAGUA hace a este organismo, sin embargo, con el tiempo se advierte la utilidad en el uso de indicadores y se adopta como herramienta, donde proponen una clasificación de indicadores que permite contar con otra perspectiva de los indicadores que conforman la clasificación del desempeño de organismos operativos de agua. En un principio definieron dos tipos de indicadores: a) Indicadores de desempeño, y b) Indicadores de gestión.

Los indicadores de desempeño, son indicadores internos que evalúan el cumplimiento de las diferentes acciones marcadas dentro de los programas operativos y representan una larga lista de las funciones que ejerce el Sistema de

Aguas. En la **Tabla 3.4** se muestra un ejemplo de los indicadores de desempeño para el programa de Mantenimiento de infraestructura.

Tabla 3.4 Indicadores de desempeño del SACM.

Objetivo	Indicador	Método de cálculo	Valor del indicador	Valor del indicador en el mismo periodo del año anterior	Frecuencia a medir
Medir el índice de eficiencia en el desazolve en la red del Distrito Federal	Desazolve en redes	(Km de red desazolvados/km programados para desazolvar)*100	77.3%	93.7%	Trimestral y anual
Conocer la eficiencia en la atención de encharcamientos	Encharcamientos	(número de encharcamientos atendidos en el período actual / número de encharcamientos reportados en el período actual)*100	100.0%	100.0%	Trimestral y anual
Componentes: disponibilidad de unidades para la realización de desazolve (equipos hidroneumáticos)	Disponibilidad de equipos hidroneumáticos para desazolve	(unidades en activo / unidades programados)*100	54.9%	57.4%	Trimestral y anual
Actividades: desazolve con equipos mecánicos (malacates)	Malacates para desazolve	(malacates para desazolve / malacates programados para desazolve)*100	75.0%	81.2%	Trimestral y anual

Fuente: SACM (2011).

Para el SACM, los indicadores de gestión corresponden a la combinación, o suma de los diferentes niveles de desempeño, y se llevan a cabo en un mediano plazo (aproximadamente 6 años). Aquí por ejemplo, derivado del cumplimiento de un programa de sustitución de tuberías, la reparación de fugas tendría como resultado una disminución en el porcentaje de pérdidas por fugas y, a su vez, un aumento en el porcentaje de cobertura. Dentro de este tipo de indicadores el SACM reconoce los siguientes.

Tabla 3.5 Indicadores de gestión de acuerdo con el SACM.

Indicador	Método de cálculo	Medida
% Cobertura de Agua Potable	Número de Viviendas con toma de agua domiciliaria / Número Total de Viviendas	% viviendas con agua potable
% Cobertura de Servicio de Drenaje	Número de Viviendas con servicio de drenaje / Número Total de Viviendas	% viviendas con drenaje
Suministro de Agua por Habitantes	(Caudal fuentes propias + Caudal fuentes externas)/ Total de habitantes del Distrito Federal	Litros de agua / hab/día
Calidad del agua	(Número de muestras dentro de los límites establecidos/ Número de muestras realizadas)x 100	% de muestras dentro de la norma

Fuente: SACM (2011).

El SACM también realiza el cálculo de indicadores de eficiencia física, eficiencia comercial y eficiencia global, considerándolos como los indicadores pertinentes para medir el cumplimiento de las metas del PGIRH (SACM, 2012).

El indicador de eficiencia comercial se refiere al porcentaje que se cobra del volumen de agua facturada a los usuarios. El indicador de eficiencia física mide el porcentaje del volumen facturado en relación al volumen de agua producida y el indicador de eficiencia global es el resultado de multiplicar los factores de la eficiencia comercial y la eficiencia física. Cabe mencionar que estos indicadores fueron inicialmente calculados a petición de la CONAGUA, quien, a través de ellos, condiciona el financiamiento del programa para la modernización de organismos operadores de agua con poblaciones mayores a los 50 000 habitantes PROMAGUA (CONAGUA, 2011b).

A fines de 2012 el SACM publicó la incorporación de nuevos indicadores que fueron incluidos dentro del SIGI.

- 1) Mejoramiento del servicio de suministro de agua
 - a) Índice de agua suministrada al D.F. por fuentes propias.
 - b) Índice de agua suministrada al D.F. por fuentes federales.
 - c) Índice de agua suministrada total.
- 2) Cobertura de servicios.
 - a) Cobertura del servicio de agua potable
 - b) Cobertura del servicio de drenaje
- 3) Mejoramiento del servicio y calidad del agua
 - a) Porcentaje de muestras de agua que cumplen con el parámetro de cloro, conforme a la Norma Oficial Mexicana
 - b) Eficiencia en la atención de reportes por mala calidad del agua
 - c) Atención de reportes por mala calidad del agua
- 4) Mantenimiento y mejora del sistema hidráulico
 - a) Atención de reportes por fugas en la red
 - b) Eficiencia en la reparación de fugas en la red y en tomas domiciliarias.
- 5) Mantenimiento y mejora del sistema hidráulico de drenaje.
 - a) Desazolve en redes
- 6) Mejoramiento del sistema comercial
 - a) Porcentaje de micro-medición sobre el total de volumen de agua producido
- 7) Cosecha de agua de lluvia
 - a) Volumen de agua cosechada del total de agua precipitada
 - b) Porcentaje de agua tratada utilizada para infiltrar en el acuífero

Como se observa, los indicadores propuestos se encuentran estrechamente relacionados con los objetivos del programa de gestión del agua, que tiene como principal meta lograr el suministro adecuado de agua potable para la ciudad, de manera eficiente. Destaca la continuidad en el diseño de los indicadores, así como su uso como herramienta de evaluación del PGIRH, y la integración de elementos medioambientales, que aún son desarrollados de manera incipiente como el volumen de agua de lluvia utilizada o el volumen de agua tratada y reutilizada que

representan un paso hacia adelante en la integración del componente ambiental en la gestión del agua.

No obstante estos signos positivos, cabe señalar la existencia de limitaciones en su desarrollo. El mismo personal advierte sobre la carencia de recursos económicos para poder desarrollarlos: por un lado la falta de equipo de medición, como son pozos de monitoreo, personal capacitado y dedicado a la medición de los diferentes parámetros, así como de un grupo especializado cuyo trabajo exclusivo sea la recopilación y análisis de la información.

Otro problema mencionado es la resistencia, por parte de otras áreas del organismo, en otorgar datos, y que éstos sean confiables para poder realizar el cálculo de los indicadores diseñados, se habla de frecuentes inconsistencias en los datos, diferentes métodos de medición para un mismo dato, etc.

Metodológicamente, también se habla de la dificultad al establecer relaciones de causalidad entre las acciones emprendidas y los cambios ambientales resultantes a largo plazo, como es la recarga de acuíferos, los programas de concientización de la población, o de aquellos parámetros en los cuáles es difícil establecer una relación causa-efecto, por ello es que el organismo explica que los indicadores de cobertura del agua y drenaje se consideran no sólo de gestión, sino estratégicos, porque representan el resultado de múltiples programas cuyo objetivo final es el suministro de agua a la población.

3.4. Comparación de la gestión del agua y el desarrollo de indicadores en México y Canadá

3.4.1. La gestión del agua en México y Canadá

En los dos capítulos anteriores se realizó el análisis individual del caso canadiense y mexicano, que abordaron la problemática de la gestión del agua, su marco normativo y el desarrollo de indicadores. De este análisis se observó que Canadá y México presentan algunas semejanzas y diferencias en el manejo del agua, así como en su gestión (véase *Tabla 4. 1*). Una diferencia notable es el modelo de la gestión de cada país, uno centralizado con injerencia de una sola institución federal, en México, y otro completamente descentralizado, el caso de Canadá; pero ambos fragmentados, con delegación de la responsabilidad del suministro de agua potable y saneamiento a los municipios; quienes, por su parte, cuentan con poderes económicos y políticos limitados.

A nivel de las ciudades, tanto en Montreal, como en la ciudad de México el problema de la obsolescencia de la infraestructura hidráulica se presenta como uno de los principales retos, aunado con el deterioro ambiental; con la diferencia de que en México esta situación ha llegado a un estado crítico que demanda cambios radicales urgentes en el paradigma de la gestión del agua.

En el desarrollo de indicadores ambientales para la gestión del agua se observa que existe una relación entre el tipo de gestión y la forma en que se

desarrollan éstos. Al contar con una gestión descentralizada, en Canadá proliferan las propuestas a escala provincial, que reflejan la fragmentación existente, pero también la preocupación por la contaminación de los cuerpos de agua superficial, principal fuente de abastecimiento de agua potable; en cambio, en México, la gestión centralizada se ha reflejado en la producción de indicadores por una sola institución gubernamental, que ha marcado la pauta para el desarrollo de otras propuestas por organismos no gubernamentales; sin embargo, tanto en el caso canadiense como en el mexicano se evidencia una escasa cultura de rendición de cuentas y de evolución del desempeño de acciones de política pública basada en el uso de los indicadores.

Tabla 3.6 *Semejanzas y diferencias entre Canadá y México en la gestión del agua y sus indicadores.*

Semejanzas	Diferencias
<ul style="list-style-type: none"> • Concentración de la población en un número reducido de ciudades • Aumento de la demanda de agua debido al crecimiento población y la expansión urbana • Infraestructura obsoleta e ineficiente basada en el paradigma de la gestión de la demanda de agua • • Sistemas de gestión fragmentada • Sistemas de abastecimiento de agua envejecidos que requieren modernización • Contaminación de cuerpos de agua • Pocos recursos financieros para atender las necesidades de modernización • Ciudades con el periodo de mayor crecimiento en los sesenta y setenta • Ciudades con la gestión pública del recurso administrada por los municipios Sujetas a constantes inundaciones • Población en constante aumento 	<ul style="list-style-type: none"> • La gestión del agua en Canadá descentralizada; en México centralizada. • México cuenta con una unidad central que recopila y organiza la información en tanto que en Canadá su sistema fragmentado impide la coordinación de los datos. • Canadá se ha enfocado en el desarrollo de indicadores de calidad del agua; e en México predominan la eficiencia y disponibilidad del agua • En Montreal el problema del suministro de agua potable se relaciona con la calidad del agua de las fuentes, no con la cantidad • En la ZMVM el problema del suministro de agua se relaciona con la cantidad y calidad del recurso • La ciudad de Montreal se abastece de aguas superficiales; la Ciudad de México mayormente de aguas subterráneas • La ciudad de México trasvasa agua de otras cuencas; mientras en Quebec por ley está prohibido el trasvase de agua entre cuencas • En el desarrollo de indicadores en Montreal existe una base de datos de calidad del agua datada de 1970; en la ZMVM son indicadores de eficiencia operativa y comercial en el abastecimiento de agua potable.

Fuente: Elaboración propia

Contrario a las expectativas planteadas al inicio de esta investigación, y a la luz de la información encontrada y analizada, Canadá resulta encontrarse rezagado en términos de innovaciones en la gestión del agua, particularmente en las zonas urbanas. Lo mismo ocurre en el desarrollo de indicadores para la gestión del agua, en México, tampoco se han realizado aportes importantes.

El tipo de indicadores utilizados en ambos países refleja la evolución en el modelo hídrico existente y, que se puede considerar dentro del paradigma

convencional. Si bien en los diferentes planes y políticas de ambos países se habla de un necesario cambio hacia los principios de una gestión integrada del agua urbana, ésta aún no se encuentra implementada en la práctica. La problemática que cada país y ciudad enfrentan así como las estrategias implementadas para la solución de los problemas se encuentran directamente vinculadas con los indicadores desarrollados, así, mientras en la Ciudad de Montreal se ha identificado que los problemas del agua están relacionados con la calidad del recurso y en su infraestructura envejecida, y por ello ha surgido un interés por desarrollar indicadores de la calidad del agua que están más relacionados con medir la sustentabilidad de los cuerpos de agua, llegando a la visión de atacar los problemas desde su causalidad, es decir, en las fuentes de contaminación; en México y en su ciudad principal, la combinación de múltiples problemas, así como una fuerte dependencia de las obras hidráulicas encaminadas más hacia la satisfacción de las necesidades humanas han propiciado el uso continuo de indicadores relacionados con el desempeño operativo de los sistemas de agua potable, sin atender ni incluir los componentes ambientales en los indicadores. De las propuestas analizadas para las ciudades, ninguna integra el componente de la calidad del agua en los cuerpos de agua naturales.

Del análisis de ambos países fue posible identificar dos corrientes en la generación de indicadores, de acuerdo con el objetivo que persiguen: los que buscan medir la sustentabilidad del recurso y aquéllos cuyo objetivo es la medición de desempeño de los organismos operadores de agua, alcantarillado y saneamiento en las ciudades. A partir de este hallazgo se decidió ampliar la búsqueda a otras experiencias encontradas a nivel internacional. De esta búsqueda se encontraron cinco propuestas de varios países, incluyendo México. En la **Tabla 3.7** se muestra la lista de indicadores encontrados, los cuales se dividieron en indicadores de sustentabilidad del agua e indicadores de desempeño de los sistemas de agua, alcantarillado y saneamiento en las ciudades.

Tabla 3.7 Indicadores Relacionados con la gestión del agua en áreas urbanas a nivel internacional.

	Proyecto de Indicadores	País	Año de aplicación	Objetivo	Tipo de iniciativa	Localidades evaluadas	Periodicidad	No. de Habitantes	Número de Indicadores
Enfoque de Sustentabilidad del Agua	Metron Project Indicadores de sustentabilidad de uso del agua ²	Grecia	1999	Evaluar los temas de sustentabilidad del uso del agua	Académica	Amsterdan, Atenas, Sevilla, Tel Aviv y Londres	Una vez	N.D.	11
	Índice Canadiense de Sustentabilidad del Agua ³	Canadá	2005	Evaluar el bienestar de las comunidades canadienses en relación con el agua dulce.	Gubernamental	Seis comunidades	Una vez	1 000 - 5 000	15
	Evaluación del Ciclo de Vida ⁴	Suecia	2000	Evaluar la sustentabilidad de los sistemas de agua urbana.	Académica	Göteborg, Suecia y , King Williams Town, Sudáfrica	Una vez	450 000/ 35 500	12
Enfoque de Medición del Desempeño de Organismos Operadores de Agua	Asociación Internacional del Agua IWA ⁵	No aplica	2004-a la fecha	Mide la eficiencia y efectividad de los servicios de organismos operadores de agua potable, alcantarillado y saneamiento.	Académica	Datos no disponibles	Datos no disponibles	No específica.	169
	Indicadores de desempeño de Australia ⁶	Australia	2006	Comparación entre los organismos operadores de agua en Australia	Gubernamental	73 ciudades de Australia	Anual/ 4 años de aplicación	Variable	117
	International Benchmarking Network Association	No aplica	Sin datos	Comparación del desempeño operativo y económico de organismos operadores de agua	ONG	Datos no disponibles	Indeterminado	No específica	Indeterminado
	Indicadores de Desempeño para Organismos Operadores en México ⁷	México	2009	Comparación entre los organismos operadores de agua en México	ONG	26 Ciudades en México	Una vez	Variable	12

² Kallis and Cocosis (2000) *Metropolitan areas and sustainable use of water - Indicators for urban water use*. Commission of the European Communities, Environment and Climate RTD Programme, Athens.

³ Policy Research Initiative (2007) *Canada Water Sustainability Index Report*

⁴ Lundin M. and Morrison G (2002) *Life cycle assessment based procedure for development of environmental sustainability indicators for urban water systems*. *Urban Water*

⁵ Alegre H, Melo Baptista, Cabrera E., (2006) *Performance Indicators for Water Supply Services Second Edition*. IWA Publishing. England.

⁶ Water Services Association of Australia (WSAA), the National Water Commission and the NWI Parties. (2008) *National Performance Framework: 2007-08 Urban performance reporting indicators and definitions handbook*

⁷ Consejo Consultivo del Agua (2010) *La Gestión del Agua en las Ciudades de México*. Indicadores de Desempeño de Organismos Operadores en México. Documento virtual consultado el 23 de Noviembre de 2010

3.4.2. Indicadores de sustentabilidad del agua

Este tipo de indicadores se centra en medir si el recurso está siendo gestionado de una manera sustentable; en este grupo se incluye al Índice Canadiense de Sustentabilidad del Agua (Policy Research Initiative, 2007); comprenden los indicadores para medir la sustentabilidad de los sistemas de agua urbana bajo el enfoque del ciclo de vida (Lundin and Morrison, 2000) y los indicadores de sustentabilidad de uso del agua (Kallis and Coccosis, 2000).

El CWSI ya ha sido descrito, por lo que ahora se describirán los indicadores elaborados bajo el enfoque de ciclo de vida.

Indicadores de Ciclo de Vida. El enfoque de evaluación del ciclo de vida es un enfoque alternativo utilizado en la industria con el propósito de evaluar, y si es posible reducir, el impacto ambiental del ciclo de vida completo de un producto, proceso o servicio (ISO 14040, 1997). El trabajo de indicadores propuestos bajo este enfoque se centra en la idea de evaluar los impactos ambientales de cada uno de los procesos involucrados en el suministro de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Lundin y Morrison (2002) consideran que es un método bien establecido y estandarizado, que incluye una fase de evaluación de impactos, donde los posibles impactos secundarios en el ciclo de vida de un proceso se suman y cuantifican dentro de éste (ISO 14040, 1997; ISO 14042, 2000).

En contraparte, el inconveniente que presenta el enfoque del ciclo de vida es que es un método complejo y requiere de mucho tiempo en su desarrollo y no es fácil obtener los datos de todos los parámetros evaluados. El modelo fue probado en las ciudades de Goterborg Suecia y Cape Town Sudáfrica, en la primera ciudad fueron evaluados los 12 indicadores propuestos mientras que en Cape Town, por ausencia de datos, sólo se evaluaron 8 indicadores lo que indica una falta de aplicabilidad general. Una debilidad de estos indicadores es que no consideran aspectos de corte social y económico, centrándose exclusivamente en indicadores de corte ecológico, ambiental, que no permiten una relación clara entre los indicadores medidos y los objetivos del sistema.

Indicadores Proyecto Metrón. El proyecto de investigación Metrón se llevó a cabo bajo la premisa de identificar las estrategias, políticas y las herramientas para la gestión sostenible del agua, en el tema del suministro de agua de las metrópolis europeas (Kallis y Coccosis, 2000). El objetivo de este proyecto consistió en aportar datos y contextos problema de cinco ciudades (Véase **Tabla 3.8**) con el fin de desarrollar una comprensión más amplia de los temas relacionadas con el suministro de agua y su dimensión socio-económica como insumo para el diseño de políticas a nivel local y comunitario. Dentro de este proyecto se ha propuesto una serie de indicadores de sustentabilidad para evaluar los problemas de sostenibilidad del uso del agua (Kallis y Coccosis, 2000).

Tabla 3.8 Indicadores que miden la sustentabilidad del agua.

Índice Canadiense de Sustentabilidad del Agua CWSI		Indicadores de Sustentabilidad del agua bajo el enfoque de ciclo de vida	Proyecto Metrón Indicadores de sustentabilidad del uso del agua
Recurso	Disponibilidad	Extracción Consumo de agua Tratamiento Distribución Fugas Reutilización del agua Producción Desempeño del tratamiento Volumen de aguas descargadas en cuerpos de agua. Uso del recurso Reciclaje de nutrientes Calidad de los lodos Energía Recuperada	Servicio Costo del agua Calidad del agua en la fuente Impacto ambiental Eficiencia en el suministro Coservación Seguridad del suministro
	Suministro		
	Demanda		
Salud del ecosistema	Estrés		
	Calidad		
	Población de peces		
Infraestructura	Demanda		
	Condición		
	Tratamiento		
Salud Humana	Acceso		
	Confiabilidad		
	Impacto		
Capacidad	Financiera		
	Educación		
	Entrenamiento		

Fuente: Elaboración propia con información de Policy Research Initiative (2007), Lundin y Morrison (2002), Kallis y Cocosis (2000).

Para seleccionar estos indicadores se siguió el siguiente proceso:

- Una descripción del sistema de agua
- Definición de los objetivos de sustentabilidad
- Compilación de una primera lista de indicadores
- Análisis de los casos de estudio para identificar los datos disponibles
- Selección de los indicadores de sustentabilidad.

Una limitación de estos indicadores es que sólo incluyen al sistema de abastecimiento de agua potable, ignorando el sistema de aguas residuales y su impacto en la sostenibilidad del medio ambiente. Un aspecto positivo de estos indicadores es que se proponen con base en una política y objetivos establecidos, pero en algunos casos son vagos y no necesariamente guardan una relación directa con el indicador propuesto. Por ejemplo, un objetivo propuesto es el de la conservación y como indicador de medida considera el uso de agua per cápita expresado en litros por persona. En este caso no se explica a qué se refiere la conservación (del recurso hídrico, de los cuerpos de agua, etc.) y la medida de volumen de uso de agua corresponden más bien a un parámetro de presión ejercido sobre el recurso.

3.4.3. . Indicadores de desempeño de organismos operadores de agua potable

En el segundo grupo se clasifica a los indicadores de desempeño que miden la eficacia y eficiencia del proceso de suministro, alcantarillado y saneamiento del agua. Este tipo de indicadores encuentran su origen en la década de 1990, cuando se inició un movimiento de evaluación del desempeño en las empresas de servicios. Alegre *et al.* (2008) mencionan que a fines de los ochenta y principios de los noventa en países como Inglaterra y Suecia se dan las primeras experiencias de evaluación del desempeño de las empresas y organismos encargados de los servicios de agua urbana. Para inicios del siglo XXI se desarrolla el primer proyecto de evaluación comparativa a través de indicadores propuestos por la Asociación Internacional del Agua IWA por sus siglas en inglés.

Cabrera y Alegre (2008) mencionan que, en la actualidad, alrededor del mundo existe una gran cantidad de iniciativas sobre indicadores de desempeño, donde la mayoría de los trabajos se han desarrollado de una manera similar; bajo una evolución natural que muestra que los servicios públicos necesitan empezar con una estructura simple de indicadores, quizás evaluando únicamente aquellos aspectos que cuentan con datos, pero que, sirven como una primera mirada del desempeño de los organismos, que inician con uno de los aspectos claves de la gestión integrada del agua: el de brindar información a la población sobre los mecanismos de rendición de cuentas para posterior y paulatinamente, convertirse en instrumentos que apoyen decisiones informadas en la gestión del agua. Así, las iniciativas analizadas dan ejemplo de esta evolución.

Los indicadores de desempeño de México, elaborados por el Organismo Consultivo del Agua (2010), parten de la información disponible, con una propuesta inicial de 11 indicadores (Véase **Tabla 3.9**) y como un primer ejercicio de rendición de cuentas del desempeño de los organismos encargados del suministro. El reporte emitido no indica el propósito de los indicadores ni justifica la forma en que se diseñó el indicador; además, los resultados que presenta corresponden a gráficas sin datos numéricos del indicador evaluado.

Un segundo ejemplo corresponde a los indicadores de la International Benchmarking Network Association (IBNET) producto de una iniciativa del Banco Mundial por otorgar una herramienta que permita a profesionales del sector de agua y saneamiento interesados en el desempeño de las empresas realizar comparaciones de los datos relacionados con su desempeño; de esta forma, el objetivo central de IBNET es el desarrollo de una base de datos mundial (con datos comparables) para uso de los interesados en el sector del agua (empresas de servicios, reguladores, encargados de formular las políticas, agencias de financiamiento, académicos y consultores), que sea de libre acceso y uso (IBNET, s/f).

En esta propuesta ya se definen 12 temáticas de indicadores (Ver **Tabla 3.9**) a partir de las cuales se desglosan cerca de 125 indicadores, para realizar las comparaciones, y se definen las unidades de medición y el método de cálculo. Cabe señalar que los indicadores han sido propuestos para diferentes tipos de organismos de agua potable, alcantarillado y saneamiento, por lo que existen uno o varios

indicadores que miden una misma temática, debido a lo cual no todos los indicadores necesariamente tienen que ser evaluados.

Tabla 3.9 Indicadores que miden el desempeño de Organismos Operadores de Agua Potable y Alcantarillado.

Indicadores de Desempeño propuestos por la IWA	Indicadores de Desempeño de Australia	Indicadores IBNET	Indicadores Organismos Operadores de Agua en México
Personal Indicadores físicos Operacionales Calidad del Servicio Económicos y Financieros	Recursos Hídricos Datos de Infraestructura Servicio al Cliente Medio Ambiente Fijación de precios Finanzas Salud Humana	Cobertura del servicio Calidad del servicio Consumo y potabilización de agua Facturación y cobro Agua no contabilizada (fugas) Desempeño financiero Prácticas de medición de consumo Infraestructura Rendimiento de la red de suministro Accesibilidad de los servicios Costos de personal Indicadores de proceso	Productividad, Oferta Cobertura de tratamiento Ingreso promedio por m ³ Costo de operación Cobertura de agua potable en porcentaje Cobertura de alcantarillado en porcentaje Micromedición Eficiencia física, Eficiencia comercial, Eficiencia global Tarifa representativa al consumidor

Fuente: Elaboración propia con base en Alegre *et al.* (2006), WSAA (2008), IBNET (2004), Consejo Consultivo del Agua (2010).

Al funcionar como base de datos, la IBNET cuenta con un sitio en Internet donde los datos de los países de distintas regiones del mundo (entre ellos México) pueden ser consultados para facilitar las comparaciones entre las empresas de servicios, además de otros recursos (herramientas, publicaciones, enlaces útiles, glosario). En esta base de datos se incluye no sólo la información de un conjunto de empresas de un país determinado, sino también un conjunto mínimo de “indicadores de desempeño” que presentan un primer análisis de los datos a nivel de país o empresa.

En un nivel más desarrollado se encuentran los indicadores de desempeño de la IWA (Helena *et al.*, 2006) y los indicadores de Australia. Estos indicadores cuentan con una metodología documentada donde se define que temáticas evaluar y porqué. De cada indicador se documenta la unidad de medición, la fuente de información de donde se obtienen los datos, el objetivo de cada uno de ellos, e incluso, cuentan con un código así como con definiciones de los conceptos utilizados.

Estas propuestas han sido probadas a lo largo de varios años y han pasado por evaluaciones donde algunos indicadores iniciales ya no se utilizan y existen otros que han sido incorporados o se han modificado los parámetros de evaluación.

El caso australiano presenta una mayor evolución, en primer lugar porque forma parte importante de una estrategia gubernamental nacional (National Water Commission, 2010), y con ello cuenta con apoyo institucional y financiero para su

desarrollo dentro del proceso de la gestión del agua. En segundo lugar llevan al menos cuatro años de implementación, y sus resultados han sido publicados y se encuentran disponibles a través de Internet. Finalmente, dentro de los indicadores de desempeño, son los primeros en incluir la dimensión ambiental como uno de los temas a evaluar, asumiendo el cuidado del medio ambiente como responsabilidad de los organismos operadores de agua (Ver **Tabla 3.9**).

En un análisis tanto de la revisión de los indicadores de sustentabilidad como los indicadores de desempeño (Ver **Tabla 3.10**) y a pesar de que los objetivos para los que han sido diseñados varían, se encuentra que existen algunas temáticas comunes, como el tema de la cobertura del servicio, compartido por todas las propuestas. En segundo lugar se ubican las temáticas de calidad y cantidad de agua extraída con cinco propuestas que los utilizan, y en un tercer lugar quedan la salud humana, la infraestructura, la capacidad financiera y del personal, lo que nos indica que la preocupación principal de todas las propuestas se centra en asegurar que las necesidades de las poblaciones urbanas sean satisfechas. Un hecho destacable es que los indicadores de Australia es el único modelo de indicadores de desempeño que integra dentro de sus objetivos del medio ambiente.

Tabla 3.10 Temáticas de los indicadores.

Temática de los Indicadores	Índice Canadiense de Sustentabilidad del Agua	Indicadores de sustentabilidad de ciclo de vida	Proyecto Metron	Indicadores de desempeño IWA	Indicadores de desempeño Australia	Indicadores Consejo Consultivo del Agua.
Cobertura del servicio	x	x	x	x	x	x
Calidad del Agua	x	x	x	x	x	
Volumen de Agua extraído	x	x	x	x	x	
Salud del Ecosistema (Medio ambiente)	x	x	x		x	
Salud Humana	x			x	x	x
Infraestructura	x			x	x	
Capacidad Financiera	x			x	x	x
Capacidad del Personal	x			x	x	x

Finalmente, es conveniente destacar que algunos conceptos se utilizan de manera indistinta, por lo que la clasificación no se puede considerar como absoluta, aunque da una idea de las principales preocupaciones que existen en torno a la gestión del agua

Conclusiones

Si bien las características de Canadá en términos de la extensión del territorio, nivel de desarrollo económico, tamaño de su población y disponibilidad del recurso son muy diferentes, en México se observan importantes similitudes en algunos aspectos de la problemática, tanto en la gestión del agua, como en el desarrollo de indicadores, los cuales se enlistan a continuación.

Similitudes en la Gestión del Agua en Canadá:

- Concentración de la población en un pequeño número de zonas urbanas.
- Distribución diferenciada de los recursos naturales en tiempo y espacio.
- Un aumento creciente de la demanda de agua.
- Cambio en el uso de suelo debido a la urbanización.

Similitudes en la problemática de desarrollo de indicadores:

- La información se encuentra dispersa, proviene de diversas fuentes y no es fácil de acceder a ella.
- Existe duplicidad de esfuerzos mientras que se observan vacíos importantes en diferentes áreas.
- Los indicadores no son usados por los tomadores de decisión.

Existe una escasa relación con los aspectos económicos, sociales y ambientales. En el caso de Canadá se observa una diversidad de indicadores, y la falta de armonía es un síntoma de la fragmentación de los resultados de la política de aguas, cuyos objetivos de gestión con respecto al agua no están claros y bien definidos. Si bien hay un reconocimiento cada vez mayor en la necesidad de cambiar los paradigmas de los indicadores de agua desarrollados, éstos siguen basándose en el viejo modelo de gestión del agua.

Por último, se puede decir que existe una relación entre el nivel de desarrollo de indicadores y la gestión del agua que se da en cada país. Así se observa que mientras México y Canadá apenas empiezan a incluir el tema de los indicadores en su agenda, en países como Australia, éstos llevan ya algunos años de haberse implementado. En éstos países desde hace algunos años se han incluido en los temas de discusión nuevas formas de gestionar el recurso y cambiar hacia nuevos paradigmas, lo que representa un factor fundamental para que los programas de indicadores tengan éxito, ya que se ha visto que en la medida que los gobiernos están dispuestos a utilizar nuevas herramientas y a cambiar, existe un mayor apoyo a proyectos de medición, por lo que, el principal problema en el desarrollo de indicadores, que es la obtención de datos, empieza a ser solventado.

Así se observa que los indicadores si pueden ser una herramienta útil, en la medida en que las instituciones abran las puertas a proyectos dirigidos a monitorear y evaluar su desempeño. También se observa que un elemento clave para que éstos comiencen a ser utilizados es la continuidad de las evaluaciones y su inclusión en la práctica cotidiana de los procesos de gestión del agua. Un indicador, por bueno que sea en su conceptualización y evaluación, si no es utilizado para evaluar alguna

estrategia u objetivo específico, se encuentra destinado a quedar archivado. Si por el contrario, es utilizado, será susceptible de evolucionar, y con el tiempo, formar parte de un esquema de evaluación consistente, bien organizado y, lo más importante, formará parte de las herramientas cotidianas en los procesos de gestión del agua.

4. LA GESTIÓN DEL AGUA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

En capítulos previos se realizó la revisión del marco teórico así como un análisis del estado de la gestión del agua urbana a nivel internacional y nacional. Se encontró que existen dos vertientes bien definidas en lo que se refiere a indicadores relacionados con el agua. Una primera vertiente se encuentra representada por el grupo de indicadores ambientales cuyo objetivo central es la medición del estado del recurso en términos de calidad y cantidad, enfocados en cuerpos de agua naturales. El segundo grupo identificado corresponde a los indicadores de desempeño operativo, que miden la eficiencia y eficacia de los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento en la satisfacción de las necesidades de la población. Por otra parte, entre los enfoques utilizados predominantemente en el desarrollo de reportes ambientales se encuentra el de *Presión - Estado - Respuesta* de la OCDE, que permite establecer relaciones de causalidad.

El análisis previo sirvió para contar con elementos teóricos y empíricos suficientes, que permitieran proponer un conjunto de indicadores relevantes en la evaluación de la gestión del agua urbana en las ciudades. Se ha visto que, en el diseño de indicadores, es importante conocer el sistema a analizar de tal forma que éstos respondan a las necesidades específicas de los actores involucrados, ya que no es posible realizar un diseño de indicadores que atiendan a problemas generales. Por ello se ha seleccionado un caso de estudio, cuyas características específicas guiarán el diseño de indicadores. El caso de estudio seleccionado corresponde, de manera regional, a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y de manera local, al Distrito Federal.

4.1. Descripción de la zona de estudio: la Ciudad de México

La Ciudad de México con su respectiva Zona Metropolitana (ZMCM) está compuesta por el Distrito Federal y más de 60 municipios del Estado de México y uno de Hidalgo (SEDESOL *et al.*, 2007); es una de las urbes más importantes ya que es la segunda ciudad más poblada del mundo; se ubica en la parte central del país, donde se conjugan diversos factores geográficos que la distinguen de otras metrópolis en el planeta. Desde su fundación ha jugado un papel importante en el desarrollo del país, siendo el centro de la actividad política, económica y cultural del país.

Esta ciudad, en menos de 500 años ha sufrido uno de los cambios urbanísticos y ecológicos más radicales del planeta. Cuna de la civilización azteca, era sustentada en un sistema agrícola que aprovechaba todos los elementos de los extensos lagos nutridos por más de cuarenta ríos provenientes de las montañas que circundaban a esta cuenca. Hoy en día aquel ecosistema lacustre se ha convertido en una metrópoli que para su supervivencia ha construido una compleja estructura hidráulica sin paralelo, con dinámicas y procesos sumamente complejos que siguen siendo un

referente a nivel internacional por los fenómenos de urbanización y degradación ambiental.

La ciudad de México fue, desde épocas prehispánicas, un importante centro económico y político que concentró un gran número de habitantes que, a la caída del imperio azteca, disminuyó drásticamente, para siglos después presentar un crecimiento demográfico y una expansión urbana aceleradas sobre todo en los últimos cincuenta años. En un periodo relativamente corto la ciudad pasó de contar con poco más de 1.5 millones de habitantes a albergar a más de 20 millones de habitantes en la actualidad (8.9 millones en el Distrito Federal). La calidad de vida, de esta población se ha visto mermada por diferentes problemas, entre ellos un inadecuado acceso al agua potable y saneamiento, así como la degradación de los cuerpos de agua. Los desafíos que plantea una urbe como la Ciudad de México han sido estudiados durante varias décadas, particularmente la problemática del agua. La importancia de la ciudad como polo de desarrollo y hogar de cerca del 16% de la población nacional, así como su muy particular problemática en torno a la gestión del agua hacen de esta región una zona de interés para el estudio de indicadores de gestión del agua.

La problemática actual de esta región es producto de una serie de procesos, que se consideran importantes de entender, para poder proponer un marco de indicadores idóneo. Por ello en los siguientes renglones se presenta de forma breve, primero en un plano general el desarrollo histórico en la Cuenca de México y luego a un nivel local y con un análisis más detallado en la Ciudad de México.

La Ciudad de México con su Zona Metropolitana ocupa la parte sur del espacio natural denominado Cuenca de México. Ésta es una antigua cuenca lacustre cerrada que contenía lagos extensos y someros. Al norte se localizaban los lagos de Xaltocan y Zumpango; al sur, Xochimilco y Chalco; y al centro, en su parte más baja, el Lago de Texcoco; los cuales en su conjunto formaban (en época de lluvia) un solo espejo de agua de más de 2 000 km² (Lesser, 1990). Actualmente la cuenca es abierta debido a que el drenaje es llevado en forma artificial hacia el norte. Su altitud varía de 2 240 msnm en el sur, a 2 390 msnm al norte; la longitud máxima es de 110 km de norte a sur, y la mínima de 80 km de este a oeste. Su área total es de 9 674 km², integrando a su territorio parte del Distrito Federal (1 320 km²), del Estado de México (4 800 km²), Hidalgo (2 540 km²), Tlaxcala (840 km²) y Puebla con 100 km² (Lesser, 1990) (Ver **Figura 4.1**).

La extensión territorial de la ZMCM es de aproximadamente 4.9 mil km² (cerca de 0.3% del territorio nacional) y la población, alrededor de 20 millones (18% del total del país) le dan un papel estratégico en el desarrollo económico, social y político del país; donde se genera el 30% del Producto Interno Bruto de México (CONAGUA, 2008).

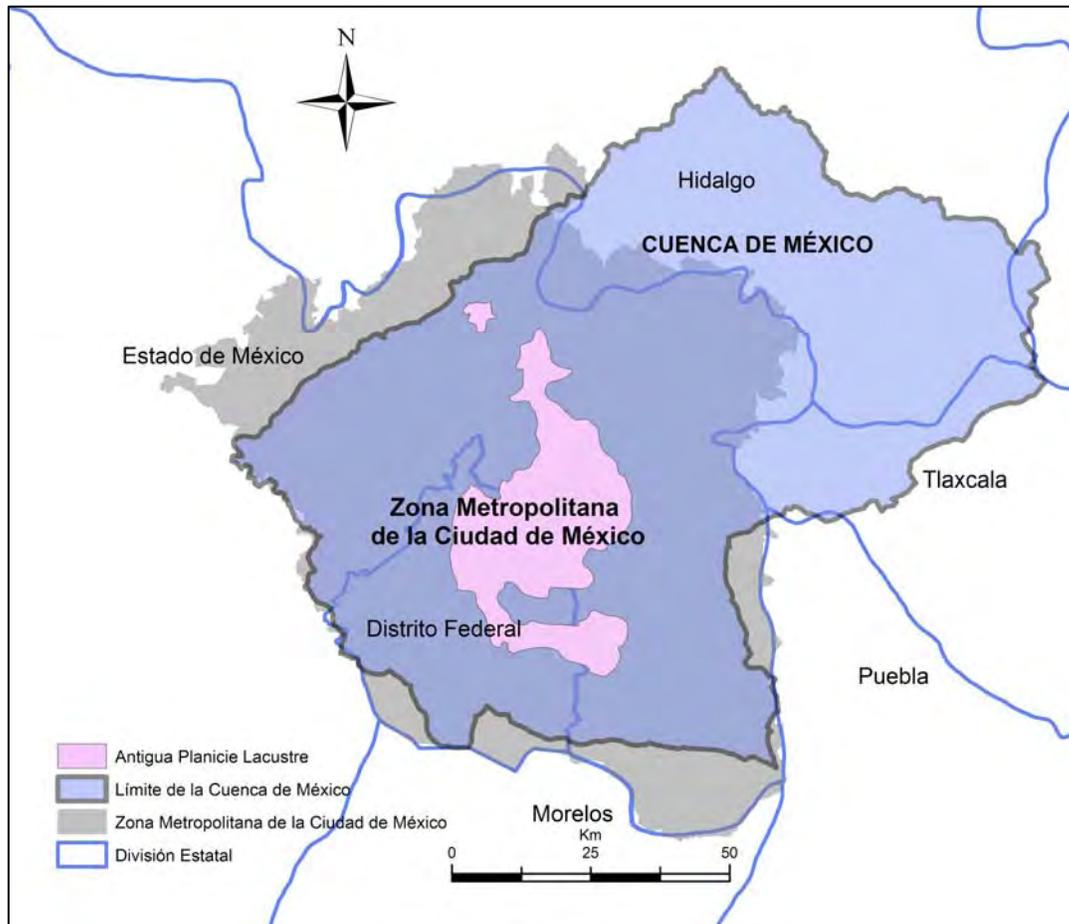


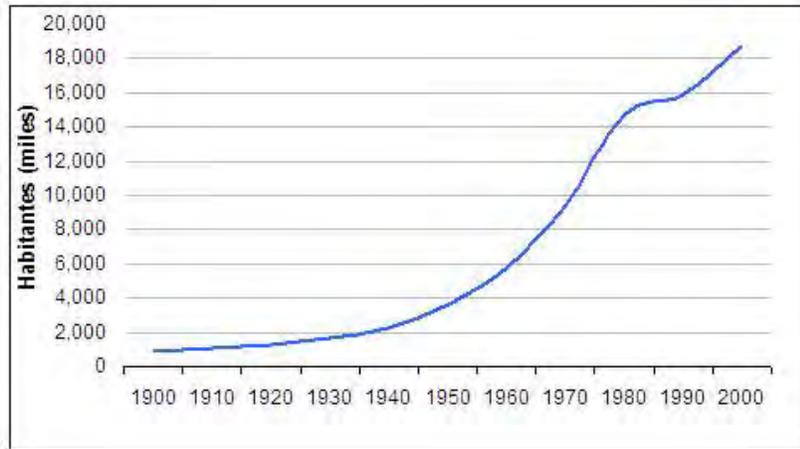
Figura 4.1 La ubicación de la Cuenca de México, ZMCM y Distrito Federal. Fuente: Elaboración propia.

Estas características geográficas propiciaron, desde épocas prehispánicas, importantes concentraciones de población. Los primeros pobladores de la Cuenca de México encontraron recursos naturales, bosques, suelo muy fértil, animales y, lo que es más importante, agua que les brindaban los lagos y manantiales ahí localizados, reuniendo así las condiciones apropiadas para su establecimiento (Gutiérrez *et al.*, 2005).

A la llegada de los españoles, la gran Tenochtitlán contaba con cerca de 600 mil habitantes, y era considerada como una de las ciudades más grandes del mundo, sin embargo, el choque social y cultural provocado por la conquista hizo disminuir drásticamente la población de la ciudad de México y, en los cuatro siglos posteriores del México Colonial e Independiente, no se generaron concentraciones demográficas importantes (Graisbord y Salazar, 1988).

En el siglo XX se dio una verdadera revolución demográfica, con un crecimiento no uniforme, ya que en éste se reflejan las condiciones sociales por las que ha atravesado el país. El crecimiento demográfico se dio primero de manera gradual y paulatina, para después convertirse en un crecimiento acelerado e intenso.

Es así que en menos de un siglo la población creció de un millón de habitantes a principios del siglo XX a cerca de 18 millones a finales de siglo (Gutiérrez *et. al.*, 2005) (Ver **Gráfica 4.1**).



Gráfica 4.1 Población total de la Cuenca de México 1900-2000 (Fuente: modificado de Gutiérrez *et al.*, 2005).

Los factores que propiciaron el incremento de la población en la cuenca son diversos, Gutiérrez *et al.* (2005) entre otros autores, destacan el alto índice de natalidad con fuerte descenso de la mortalidad; el constante flujo migratorio, procedente de todas las entidades del país así como los principales factores de crecimiento de la población. Esto se debe principalmente a que, al ser la capital del país, cuenta con vías de comunicación terrestre y aérea y con redes telefónicas a todos los puntos del país. Existe también una centralización político-administrativa, económica, cultural, educativa y financiera que fomenta el desarrollo industrial haciendo de esta urbe el centro de consumo más grande e importante del país.

Por otro lado, Garza (2000) señala que la determinante principal del gran dinamismo geográfico de esta región ha sido el acelerado crecimiento económico, pero su tipo de expansión física o urbanística ha sido condicionada por elementos geográficos, de normatividad en materia de usos del suelo, de las peculiaridades del mercado de la tierra e inmobiliario, así como por la magnitud y criterios de asignación de la inversión pública en obras y servicios, dentro de los cuales la vialidad y el sistema de transporte masivo desempeñan un papel fundamental.

En síntesis, se puede afirmar que la elevada concentración de la población en la cuenca en la época contemporánea, es el resultado de una política de centralización en la capital del país, seguida por la mayoría de los gobiernos federales a lo largo del siglo XX; resultado de políticas que han favorecido los servicios sociales, inversiones de largo plazo así como elevados subsidios y una importante producción industrial. Aunque el gobierno ha llevado a cabo políticas descentralizadoras, la ciudad sigue ofreciendo factores atractivos para la población, que hacen que ésta permanezca en ella, como son los altos subsidios en transporte y

agua, una elevada oferta educativa y de servicios, entre otras (Aguilar y López, 2009).

4.2. Etapas de conformación de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México ZMCM

El espacio ocupado por la Ciudad de México es la zona más dinámica de la cuenca de México, teniendo en ella las mayores concentraciones de población. Debido a la expansión territorial que ha tenido la ciudad, a lo largo del tiempo se han utilizado diferentes términos para referirse a este espacio. En diversas investigaciones es común encontrar diferentes términos para referirse a este espacio: *Ciudad de México, Zona Metropolitana de la Ciudad de México, Zona Metropolitana del Valle de México* (SEDESOL *et al.*, 2007; Cruz, 2000; Graizbord y Salazar, 1988).

Esta variedad de términos se debe a que el espacio que ocupa el área urbana, ha ido expandiéndose con el tiempo, por lo que, de acuerdo con la época en que se haya realizado la investigación se utiliza un término diferente. Por ejemplo en los años cuarenta el área considerada como ciudad tan sólo abarcaba lo que ahora ocupa cuatro delegaciones (Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Benito Juárez y Miguel Hidalgo) (CONAPO, 1998).

Posteriormente Garza y Damián (1991) definen como *Área Urbana de la Ciudad de México* al tejido urbano relativamente continuo que parte de la Plaza de la Constitución hacia las delegaciones del Distrito Federal y municipios del Estado de México con usos del suelo no agrícolas y cuya extensión, generalmente, no coincide con los límites político-administrativos. Estos autores indican que la Zona Metropolitana de la Ciudad de México incluye el conjunto de unidades político administrativas que presentan interrelaciones socioeconómicas directas, constantes y de magnitud considerable con el área urbana central.

En años recientes, debido al fenómeno de metropolización desarrollado en muchas ciudades del país, diversas instituciones (la Secretaría de Desarrollo Social, Consejo Nacional de Población y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía) se dieron a la tarea de establecer un marco para la delimitación de las zonas metropolitanas en México. De esta tarea, la Zona Metropolitana de la Ciudad de México quedó delimitada por las 16 delegaciones del Distrito Federal, y 59 municipios del Estado de México y el municipio de Tizayuca en el Estado de Hidalgo.

De acuerdo con esta delimitación (SEDESOL *et al.*, 2007) los municipios conforman la zona metropolitana se clasifican en tres categorías, de acuerdo con su tipo de conurbación: los municipios centrales, los municipios externos definidos con base en criterios estadísticos y geográficos; y los municipios externos definidos con criterios de planeación urbana.

En el primer grupo se encuentra la totalidad del Distrito Federal y 39 municipios del Estado de México. El segundo grupo está conformado por los municipios de Tizayuca, Cocotitlán, Huehuetoca, San Martín de las Pirámides, Temamatla y Tlalmanalco. Y en la tercera categoría se encuentran otros 18

municipios del Estado de México (Véase **Figura 4.2**). Este trabajo toma en cuenta esta delimitación, por ser la más actualizada.

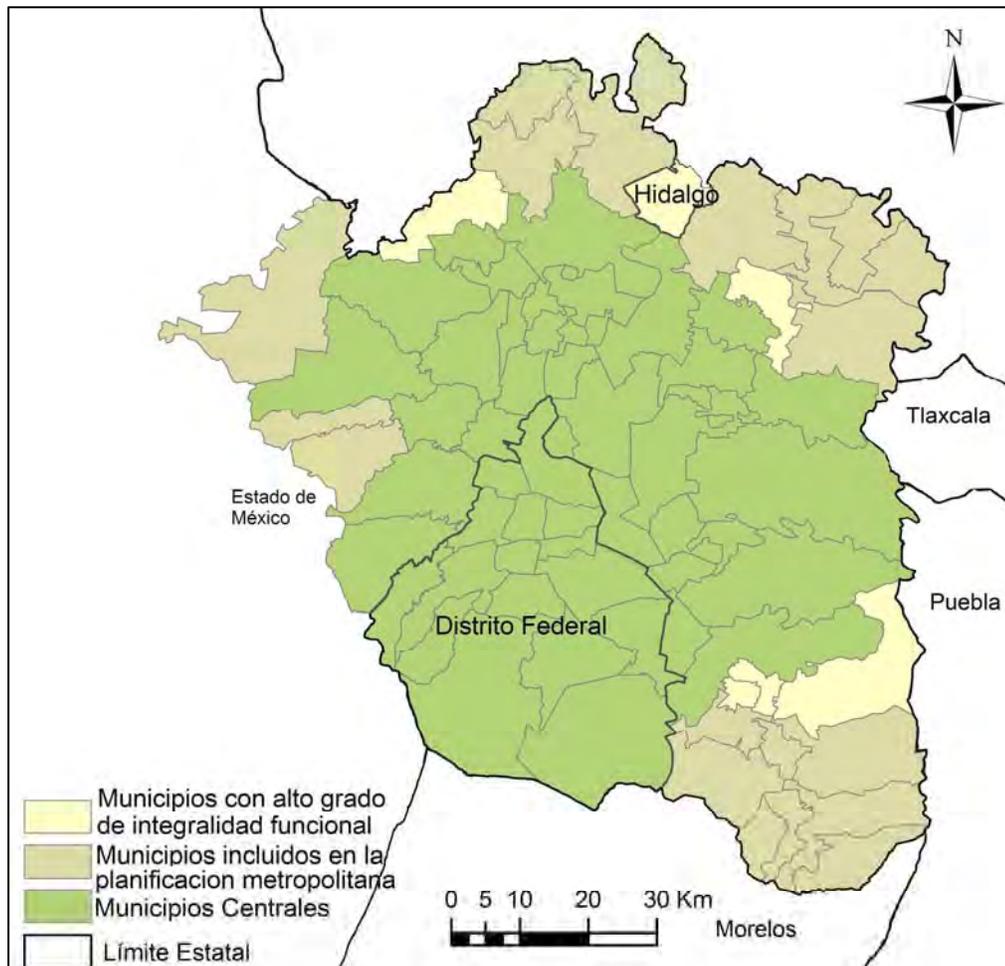


Figura 4.2. La Zona Metropolitana de la Ciudad de México 2005.

El proceso de cambio demográfico de la ZMCM desató un proceso de expansión física del territorio en el que se ubica. Durante el siglo XX, la tendencia al crecimiento se intensificó, de manera tal que, en el proceso de conformación de la ZMCM, se identifican cuatro etapas principales de ese proceso (Garza y Damián, 1991).

Primera Etapa (1900 – 1930): *Crecimiento del núcleo central*. Esta etapa a su vez se subdivide en un periodo de de-crecimiento demográfico, consecuencia del movimiento revolucionario y otro periodo de notable incremento poblacional debido a la estabilidad política y social de la ciudad en comparación con el resto del país. Durante estos 30 años la ZMVM pasó de 344 000 habitantes a 1 029 000 habitantes.

Segunda Etapa (1930-1950): *Expansión periférica*. Esta etapa se caracterizó por el crecimiento más acelerado de las delegaciones del Distrito Federal que

rodeaban a la ciudad central y por la ampliación de la zona conurbada. Así, mientras la ciudad central creció entre 1930 y 1940 al 3.4% anual, seis delegaciones del Distrito Federal y un municipio del Estado de México lo hicieron al 5.4%. Este crecimiento se da bajo el contexto del modelo de sustitución de importaciones, durante el cual se elevó la demanda de fuerza de trabajo en el sector industrial (CONAPO, 1998). Este factor propició un aumento de la población del 56% y del 36% de la superficie en los primeros diez años del periodo, y posteriormente una duplicación de dicho crecimiento.

Tercera Etapa (1950-1980): *Dinámica metropolitana*. En esta etapa la ZMCM rebasó los límites del Distrito Federal hacia el norte y se extendió a los municipios del Estado de México. En 1950 Tlalnepantla se incorpora a la ZMCM y en 1960 lo hacen Naucalpan, Chimalhuacán y Ecatepec. Esta expansión se explica por la construcción de grandes obras de infraestructura y la realización de importantes obras de drenaje y agua potable, aunque, el factor más importante es la instalación, en la primera década de este periodo, de nuevas industrias en los municipios periféricos, siguiendo un patrón de desconcentración industrial del centro de la Ciudad de México hacia su periferia. De esta forma, entre 1950 y 1960 la metrópoli aumentó su población en 10.3%, mientras que el distrito central creció en un 2.4%.

En el periodo de 1960-1970 lo que caracterizó esta etapa el crecimiento demográfico más alto de los municipios periféricos (10 %) en comparación con el registrado en el Distrito Federal (7%). En 1970, la metrópoli estaba constituida por las actuales 16 delegaciones del Distrito Federal más once municipios del estado de México, donde se concentraban 8.6 millones de habitantes distribuidos en una superficie de 2 127 km² (INEGI, 2002).

Cuarta Etapa (1980-2000): *Megalópolis Emergente*. En las últimas dos décadas del siglo XX el crecimiento de la ciudad se caracteriza por la suburbanización de importantes áreas y la intensa integración de núcleos urbanos anteriormente aislados, que forman una corona regional de la Ciudad de México. El patrón de ocupación fue básicamente horizontal y de gran consumo de suelo, aunque existen diferencias muy importantes en sus diversas áreas; su crecimiento poblacional se escenifica principalmente en los municipios conurbados del Estado de México. En este periodo, se agudizan los problemas en el abastecimiento de agua potable y saneamiento, pues, los remanentes de lagos que regulaban todavía los flujos de agua, desaparecen por completo, agudizando las inundaciones en época de lluvias, así como la creciente demanda de agua.

4.3. Actores en la gestión del agua en la ZMCM

Uno de los problemas más representativos de las megaciudades, es que estas traspasan fronteras administrativas, y la intervención de diferentes actores se hace mucho más compleja, dado que, frecuentemente, en las metrópolis se comparten cuerpos de agua que deben ser gestionados por más de un actor; lo mismo sucede con la infraestructura hidráulica, como se mencionó en párrafos anteriores. En la ZMCM, a medida que la ciudad ha crecido y se han hecho diversas obras hidráulicas también se ha dado un cambio institucional, en el cual prevalece actualmente un

modelo descentralizador, para la operación de las fuentes de abastecimiento, las obras hidráulicas de explotación, potabilización, suministro y saneamiento del agua, donde actúan diversos organismos regionales, estatales y municipales.

La situación legal y administrativa es complicada, por el hecho de que los trasvases tanto de agua potable como de aguas residuales entre cuencas, estados y municipios, a menudo implican corresponsabilidades en varios ámbitos de la gestión del agua, lo que cual atribuir y deslindar atribuciones de cada instancia involucrada.

La identificación de los actores involucrados en la gestión del agua es de particular interés en este trabajo, ya que, idealmente, los indicadores deben de estar diseñados como parte del marco de evaluación de planes y políticas de las instituciones, por lo tanto, en la definición de los actores y responsabilidades es posible, atribuir cierto tipo de indicadores. Para ello en los siguientes párrafos se hace una descripción de los diferentes actores involucrados en la gestión del Agua en la ZMCM y el alcance de sus decisiones a diferentes escalas.

4.3.1. Organismos de Cuenca a nivel federal

En el capítulo anterior se explicó que, a nivel federal, la CONAGUA es la instancia regidora de la política hídrica nacional; la CONAGUA tiene a su cargo la función de planeación hídrica, la cual lleva a cabo a través de los organismos de cuenca delimitados por regiones hidrológico administrativas. La ZMCM se encuentra dentro de la Región Hidrológica XIII, Aguas del Valle de México.

El Organismo de Cuenca de la Región XIII, Aguas del Valle de México OCAVM, desde 2007 ejerce las funciones de la anterior Gerencia Regional XIII, Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala (GRAVAMEXSC), y representa a la autoridad en lo concerniente a la gestión de los recursos hídricos a nivel regional. El organismo de cuenca es una unidad técnico administrativa y jurídica especializada, con carácter autónomo, cuyas funciones abarcan, entre otras, la planeación, administración y custodia de la explotación, uso y aprovechamiento de las aguas nacionales, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad, además de fomentar y apoyar el desarrollo de los sistemas de agua potable, tratamiento, reúso de aguas, riego, drenaje, control de avenidas y protección civil. Para ello, también cuenta con facultades de construcción y operación de la infraestructura hidráulica, así como de instancia jurídica y financiera en obras hidráulicas que no corran a su cargo.

La Región XIII Valle de México se ubica en la cuenca alta del Río Pánuco, está formada por dos subcuencas, la del Valle de México y la del Río Tula. Atendiendo al parteaguas de estas cuencas, la superficie física de la Región XIII es de 16 150 km²; sin embargo los límites administrativos de la región cubren una superficie de 17 126 km². Tienen jurisdicción política en esta región los estados de México, Hidalgo y Tlaxcala, así como el Distrito Federal. La subregión Valle de México se compone de 69 municipios (50 del estado de México, 15 de Hidalgo y cuatro de Tlaxcala) y las 16 delegaciones políticas del Distrito Federal. Abarcando

así prácticamente la totalidad de la Zona Metropolitana del Valle de México (Véase **Figura 4.3**).

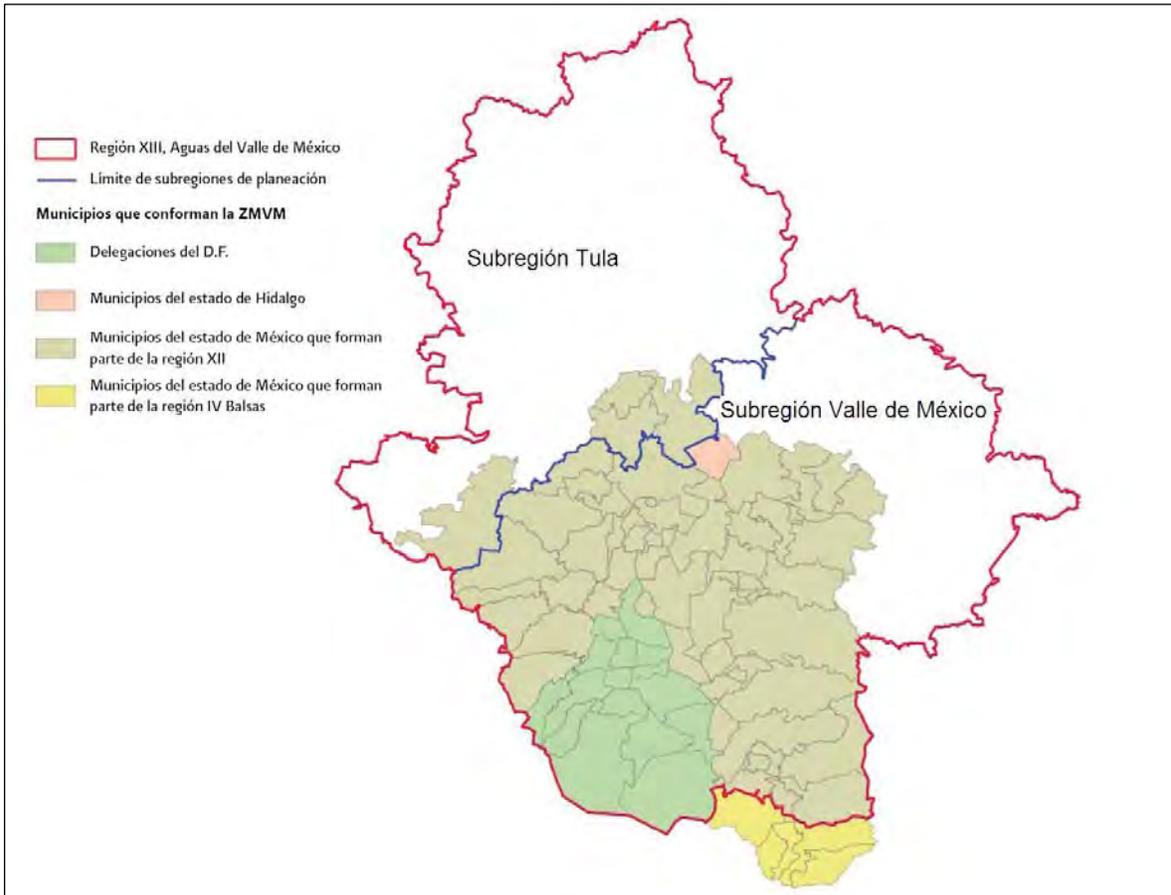


Figura 4.3 Zona Metropolitana de la Ciudad de México y Región Hidrológica XIII (Fuente: CONAGUA, 2010a).

A nivel operativo, el OCAVM tiene a su cargo al Sistema Cutzamala, la mayor fuente externa de agua de la ZMCM; ubicado en la cuenca vecina del mismo nombre. Dentro de la Cuenca Valle de México, opera la presa y planta potabilizadora Madín, que aporta 387 l/s (CONAGUA, 2005). Además, extrae agua subterránea mediante 217 pozos del Sistema PAI (Programa de Acción Inmediata, inició operación en 1974) que está conformado por 7 baterías o ramales en el DF, el Estado de México e Hidalgo. El agua del PAI se entrega a la ZMCM (DF y Estado de México) mediante 8 acueductos; en 1995 se transfirieron 84 pozos del sistema al Gobierno del DF y 70 pozos al Gobierno del Estado de México, así como 17 pozos al Gobierno de Hidalgo en 1997 (CONAGUA, 2005).

Como parte de sus funciones de planeación, los organismos de cuenca, tienen el deber de establecer un programa hídrico regional, mismo que deberá ser propuesto a la CONAGUA para su integración a la programación hídrica nacional. En 2003 la entonces GRAVAMESC, publicó el Programa Hidráulico 2002-2006 y,

posteriormente, el OCAVM también tiene en proceso de aprobación el Programa Hídrico de la Región.

Aun cuando no ha sido publicado, la CONAGUA (2010a) indica que el proceso de planeación hídrica en la Región XIII tuvo como efecto la revisión y el replanteamiento de los objetivos que se establecieron en el Programa Hidráulico Regional 2002-2006, en busca de una congruencia de todos los actores responsables de llevar a cabo las acciones del actual Programa Hídrico.

El replanteamiento de este programa consideró una dinámica participativa en la cual se redefinieron tanto los objetivos como los lineamientos estratégicos, reconociéndose la necesidad del fortalecimiento de la estructura institucional, así como de la participación social y de las autoridades para lograr una gestión integrada del recurso hídrico. Los objetivos y estrategias determinados para alcanzar el escenario sustentable, se articularon de la siguiente manera:

- 1) Fortalecer el sistema económico y financiero del sector hídrico
- 2) Fortalecer el marco institucional del sector hídrico
- 3) Consolidar la participación de los usuarios y de la sociedad organizada en el manejo del agua y promover la cultura de su buen uso
- 4) Impulsar la gestión integrada y sustentable del recurso hídrico y las cuencas
- 5) Incrementar la cobertura y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento
- 6) Disminuir los riesgos y atender los efectos de inundaciones y sequías
- 7) Incrementar el aprovechamiento y uso eficiente del agua en la producción agrícola.

Con base en estos objetivos, también se establecieron medidas estructurales y no estructurales que incluyen programas de concientización del uso del agua, actualización de tarifas, obtención de recursos financieros y ordenamiento urbano. Dentro de las medidas estructurales se contempla concluir obras hidráulicas de gran magnitud como el macrocircuito de distribución Cutzamala, y el proyecto integral de saneamiento y drenaje del Valle de México, el saneamiento del río Tula y Salado y el proyecto del Río de la Compañía.

También se contempla la rehabilitación y modernización del Sistema Cutzamala y de los pozos a cargo de éstos. Destacan las medidas de recarga artificial de los acuíferos y la conversión de los cultivos en áreas agrícolas para el uso de aguas residuales tratadas. Como organización de usuarios, a nivel regional, también existe el Consejo de Cuenca del Valle de México (CCVM) el cual se explica a continuación.

El Consejo de Cuenca Aguas del Valle de México

Derivado del proceso de desconcentración de la administración, la ley de aguas nacionales señala que la CONAGUA establecerá Consejos de Cuenca que funcionen como órganos colegiados de integración mixta, con el objetivo de facilitar la coordinación de las políticas y programas hidráulicos entre los tres niveles de

gobierno, federal, estatal y municipal, y cuya función principal es la concertación de objetivos, metas, estrategias, políticas, programas, proyectos y acciones, entre los usuarios del agua, grupos y organizaciones diversas de la sociedad.

De esta manera, en 1996 se creó el Consejo de Cuenca del Valle de México CCVM, cuya estructura se conforma por el titular de la CONAGUA, un secretario y vocales con voz y voto que representen a los tres órdenes de gobierno, usuarios del agua y organizaciones de la sociedad (Véase **Figura 4.4**).

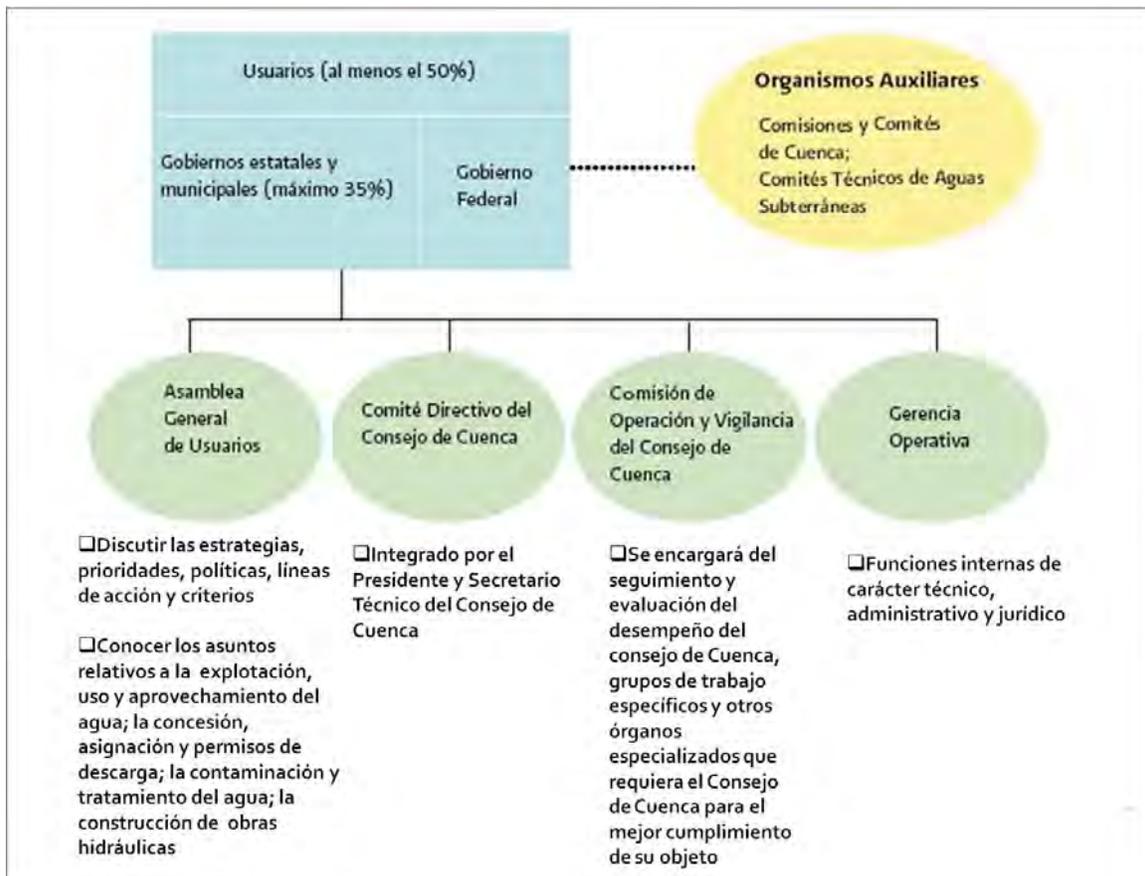


Figura 4.4 Estructura del Consejo de Cuencas del Valle de México (Fuente: CONAGUA, 2010).

En la operación de sus acciones, los Consejos de Cuenca cuentan con organizaciones auxiliares al nivel de sub-cuenca, micro-cuenca y acuífero, denominadas respectivamente Comisiones de Cuenca, Comités de Cuenca y Comités Técnicos de Aguas Subterráneas.

Cabe mencionar que, a pesar de tratarse de un organismo integrado por diferentes niveles de gobierno e integrantes de la sociedad, los consejos de cuenca no tienen personalidad jurídica propia, por lo que no se les permite el ejercicio de facultades reservadas a la autoridad (como la autorización de permisos o el

otorgamiento de concesiones para el uso y aprovechamiento del agua), ni gozan de autonomía técnica - administrativa.

El hecho de no contar con una personalidad jurídica propia es fuente de dos limitaciones importantes, de acuerdo con Dourojeani *et al.* (2002): por una parte, una efectiva intervención por parte de los usuarios en la gestión del agua y la carencia de recursos y facultades para crear y operar un sistema administrativo propio que haga posible su operación normalizada facilitando, tanto la construcción de consensos como la puesta en práctica de mecanismos amplios de consulta y opinión de vastos sectores de los usuarios y de la población interesada en los asuntos hídricos de cada cuenca y cada acuífero. Sin duda alguna, las atribuciones de los Consejos en cuanto a capacidad de acción autónoma están restringidas por sus limitadas posibilidades de captación y manejo de recursos financieros y por las limitadas facultades para tomar decisiones significativas.

Derivado de estas deficiencias existe una falta de interés por participar en los consejos de cuenca, por ejemplo el Consejo de Cuenca del Valle de México no ha logrado constituirse como el foro en donde se atiendan los asuntos más complejos de la región, propiciando que muchos de éstos se analicen, discutan y se traten de resolver en otras instancias oficiales (CONAGUA, 2010a). La escasa participación de los usuarios y representantes de los estados también implica una baja continuidad en los grupos de trabajo, y, por ende, un retraso en la toma de decisiones y en la implementación de acciones y programas. Prueba de ello es la inexistencia de un documento publicado donde se establezcan los planes y programas relacionados con el Consejo de Cuenca, así, en la actualidad los objetivos del Consejo de Cuenca del Valle de México se limitan a fortalecer la estructura institucional del consejo, y lograr una mayor participación de los usuarios.

4.3.2. El sistema de Aguas de la Ciudad de México a nivel estatal

En el Distrito Federal, con el fin de lograr una eficiente distribución de los servicios hidráulicos en la ciudad, a partir del 1 de enero de 2003 entró en funcionamiento el Organismo Público Descentralizado, Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM), al fusionarse la entonces Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) y la Comisión de Aguas del Distrito Federal (CADF).

El Sistema de Aguas de la Ciudad de México SACM es un órgano desconcentrado de la administración pública del Distrito Federal, adscrito a la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, cuyo objeto principal es la operación de la infraestructura hidráulica y la prestación del servicio público de agua potable, drenaje y alcantarillado, así como el tratamiento y reúso de aguas residuales. El SACM tiene a su cargo 315 pozos en el DF (13.3 m³/s), así como 52 pozos en el Estado de México que corresponden al Sistema Chiconautla y a pozos entregados del Sistema PAI, y fuentes superficiales, entre ellos 68 manantiales.

Dentro de las aguas externas, el SACM es responsable del Sistema Lerma, que corresponde a un conjunto de baterías de pozos en los acuíferos Valle de Toluca e

Iztlahuaca-Atlacomulco. Del Sistema Lerma se entrega agua tanto al DF como a zonas del Estado de México dentro de la ZMCM. Además de operar y conservar los sistemas de aprovechamiento y distribución de agua potable y alcantarillado del Distrito Federal, el SACM también proyecta y ejecuta obras de prevención y control de inundaciones, hundimientos y movimientos de suelo, siempre y cuando sean de tipo hidráulico.

El SACM tiene facultades de planeación, siendo también el organismo encargado de formular, actualizar y controlar el desarrollo del programa de operación hidráulica del Distrito Federal, así como los estudios y proyectos de abastecimiento de agua potable y reaprovechamiento de aguas residuales, construyendo y conservando las obras de infraestructura hidráulica y de drenaje que requiere la ciudad, en coordinación con las autoridades competentes.

A la vez, el SACM establece la coordinación con las instituciones y organismos correspondientes para desarrollar acciones conjuntas con los municipios y estados circunvecinos al Distrito Federal en materia hidráulica, además de planear, instrumentar y coordinar acciones que conduzcan a lograr el uso eficiente del agua en el Distrito Federal.

En el Estado de México las funciones de la gestión del agua están distribuidas de manera diferente; por un lado se encuentra la Comisión del Agua del Estado de México CAEM y por otro, los municipios con organismos operadores de agua potable trabajando bajo diferentes configuraciones.

La CAEM es un organismo público descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio, con carácter de autoridad fiscal, que tiene por objeto, planear, programar, presupuestar, diseñar, construir, conservar, mantener, operar y administrar sistemas de suministro de agua potable, desinfección, drenaje, alcantarillado, tratamiento, reúso de aguas residuales tratadas y la disposición final de sus productos resultantes en el Estado de México.

La CAEM abastece de agua directamente al municipio de Naucalpan, además desempeña un papel importante en la gestión de agua en el Estado de México. Cabe destacar que, como el tema del agua ha sido de alta prioridad tanto para el Distrito Federal como para el Estado de México, a veces intervienen los gobiernos de forma directa en la gestión del recurso, el Estado de México cuenta con una Secretaría de Agua.

Comisión del Agua del Estado de Hidalgo

Por cuestiones de representatividad, siendo que sólo cuenta con un municipio el Estado de Hidalgo con una población de 97,000 habitantes integrando a la Ciudad de México, no se realizó análisis de la Comisión del agua del estado de Hidalgo, aunque, es conveniente tomar en cuenta que, en el futuro, tomará un papel más relevante en la dinámica de esta zona urbana.

4.3.3. Nivel municipal

Sistemas de Aguas Municipales

Como se mencionó en el capítulo anterior los municipios son las unidades administrativas a las cuales se confiere la responsabilidad de prestar los servicios de agua potable alcantarillado y el tratamiento y disposición de aguas residuales. Para el cumplimiento de sus funciones el municipio tiene derecho de contratar una compañía privada para operar los sistemas de abastecimiento de agua u operarlos directamente, de tal forma que pueden crear organismos operadores de agua; siendo estos organismos operadores los responsables de la extracción, captación, conducción y distribución de agua. Igualmente, los organismos operadores son los responsables de fijar tarifas que, previa aprobación del congreso local, serán cobradas a los usuarios por los servicios de agua potable, alcantarillado y tratamiento y disposición de aguas residuales.

Organismos Municipales del Estado de México

En el Estado de México, el artículo 18 de la Ley del Agua del Estado de México establece que los servicios públicos de suministro de agua potable, drenaje y tratamiento de aguas residuales están a cargo de los ayuntamientos quienes, podrán ejercerlos mediante cualquiera de las siguientes dependencias y entidades:

- Dependencias municipales (departamentos de agua de los ayuntamientos municipales)
- Organismos descentralizados municipales o intermunicipales, (Conocidos como ODAPAS, Organismos descentralizados de agua potable alcantarillado y saneamiento, cuyo origen se remonta a la política de 1992, donde se transfiere a los estados y municipios la responsabilidad de proveer estos servicios, cuando antes lo hacía el gobierno federal)
- La Comisión de Agua del Estado de México
- Los sectores social y privado (sistemas independientes, administrados por los ejidos, agrupaciones vecinales o fraccionamientos).

La CONAGUA (2009) reporta la existencia de 23 Organismos Operadores Municipales del Estado de México en Operación, y Escolero *et al.* (2009) señalan que el municipio de Naucalpan es abastecido directamente por la CAEM. Asimismo, es importante mencionar la existencia de diferentes organismos independientes administrados directamente por ejidos, agrupaciones vecinales o fraccionamientos, tal es el caso del municipio de Ecatepec donde operan ocho organismos independientes que abastecen a alrededor del 8% de la población de este municipio (Tiburcio, 2009), lo cual involucra a un número mucho mayor de actores en la gestión del agua, e indica el alto grado de complejidad de la gestión de esta metrópolis. En la **Figura 4.5** se observan los municipios y delegaciones, de acuerdo con el organismo encargado del abastecimiento de agua potable.

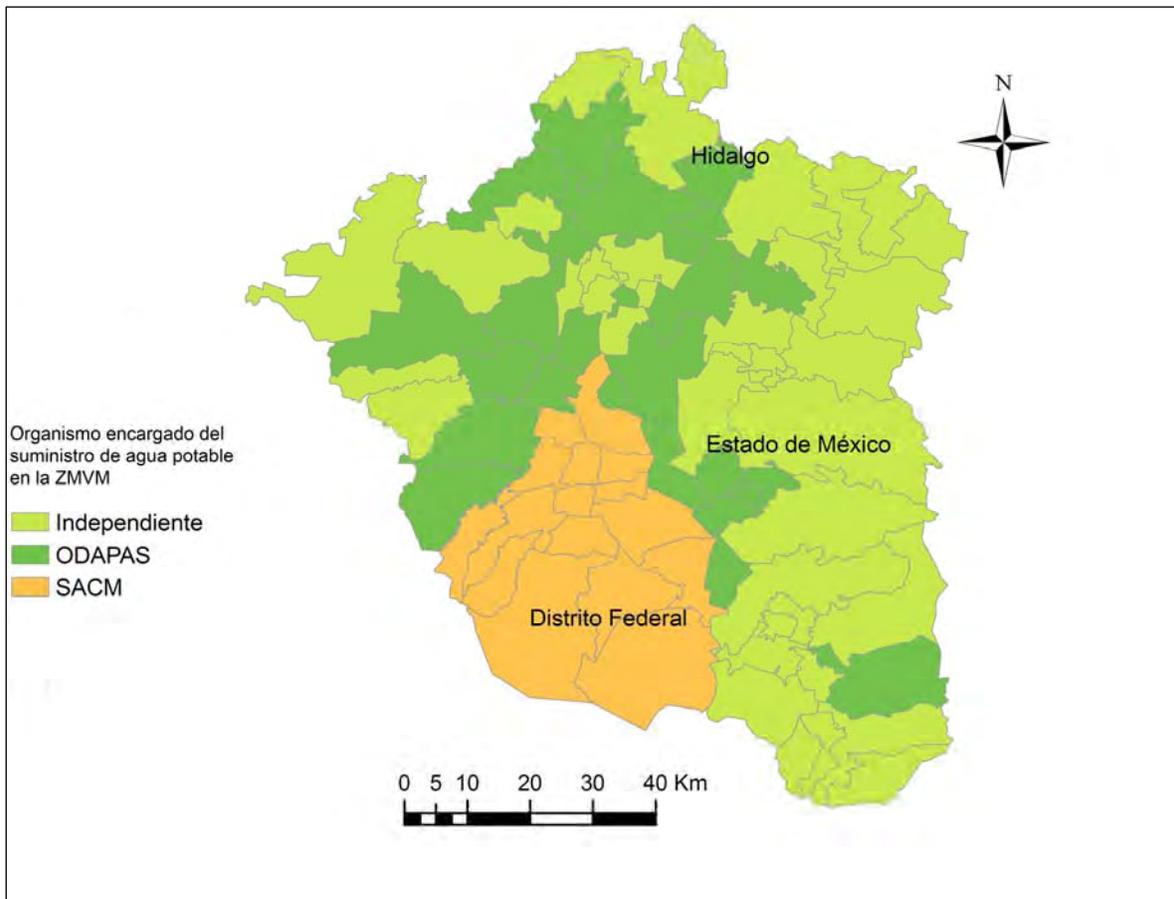


Figura 4.5 Organismos encargados del suministro de agua potable y alcantarillado en la ZMCM (Fuente: CONAGUA 2010a).

Delegaciones del Distrito Federal

Además del SACM, la Ley de Aguas del Distrito Federal, también le otorga facultades de administración a las delegaciones, si bien éstas se reducen al suministro de agua potable y el servicio de drenaje y saneamiento a través de las redes secundarias.

4.3.4. Otros actores

Comisión de Agua y Drenaje del Área Metropolitana (CADAM)

Esta Comisión Metropolitana fue formada el 27 de junio 1994, mediante un convenio suscrito por el gobierno federal, representado por la CONAGUA, con los gobiernos del Distrito Federal y del Estado de México. Constituye el órgano básico para la coordinación hidráulica dentro del Valle de México. La presidencia de la CADAM ha sido ocupada por el gobierno del Distrito Federal, por la CONAGUA y, desde marzo de 2004, por el Gobierno del Estado de México.

Iracheta (2009) comenta que al 2005 las actividades más relevantes que desempeña la CADAM son el seguimiento a las obras y acciones financiadas por el Fideicomiso 1928, a efecto de asumir, de manera coordinada, la administración de los proyectos de drenaje y de saneamiento de la ZMCM; la actualización del banco de infraestructura hidráulica del Valle de México; la definición de instrumentos de ejecución del Plan Metropolitano de Políticas Operativas, además de la actualización de los planes maestros de abastecimiento y drenaje de la ZMCM, así como la propuesta para reestructurar su organización y operación.

Las funciones de los diferentes actores involucrados en la gestión del agua se centran en la planeación y programación, la construcción y operación de obras hidráulicas para el suministro de agua potable, drenaje y saneamiento y la concertación, y coordinación de obras y proyectos entre gobiernos a nivel federal, estatal y municipal. Otra de las tareas que tienen a su cargo es el cobro por derechos de uso de los servicios prestados (Véase **Tabla 4.1**).

Tabla 4.1 Organismos involucrados en la gestión del agua en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

	Entidad	Responsabilidades	Planes y Programas
Regional	Organismo de Cuencas del Valle de México (Dependiente de la CONAGUA)	Planeación, financiamiento, construcción y operación de obras hidráulicas. Autoridad Fiscal Concertación y coordinación con otros niveles de gobierno	Programa Hídrico Regional Aguas del Valle de México. (2003)
	Consejo de Cuenca del Valle de México	Concertación de planes y programas,	Sin planes
	Comisión de Agua y Drenaje Metropolitana	Coordinar la planeación, construcción, operación, mantenimiento, desarrollo y transferencia de caudales de agua potable, residual, pluvial y tratada de los sistemas hidráulicos del servicio residual en el área metropolitana del Distrito Federal y en los municipios conurbados del Estado de México	Su función principal gira en torno al fideicomiso 1928
Estatal	Comisión del Agua del Estado de México	Planeación, financiamiento, construcción y operación de obras hidráulicas. Autoridad Fiscal Suministro de Agua Potable y Alcantarillado	Programa Hidráulico Integral del Estado de México 2002-2025
	Sistema de Aguas del Distrito Federal	Operación del sistema de abastecimiento de agua potable, drenaje y saneamiento	Programa de Gestión Integral de los Recursos Hídricos 2004-2009
Municipal	Organismos Operadores de Agua Potable Municipales del Estado de México	Suministro de Agua Potable y Saneamiento. El SACM es el único organismo operador de agua potable y saneamiento a nivel de entidad estatal (El servicio se ofrece de manera central a las 16 Delegaciones).	Se sujetan al Plan de Desarrollo Urbano municipal elaborado por la administración a cargo.

Fuente: elaboración propia.

Las funciones relacionadas con la conservación de cuerpos de agua conciernen, de manera muy general, tanto al OCAVM, como a la CAEM, que promoverán *el uso eficiente del agua y su conservación*. El SACM es el único organismo, donde por ley, se establecen diferentes medidas tendientes a la conservación del recurso como la construcción de lagunas de infiltración y pozos de

absorción en zonas de reserva ecológica, así como la implementación de medidas de reúso de agua.

Cabe señalar que, además, a pesar de existir un consejo de cuenca donde se fomenta la participación de los usuarios, en realidad sus funciones no han sido asumidas y han quedado relegadas, por lo que tanto los usuarios agrícolas e industriales como la población en general, en la actualidad no juegan un papel de tomadores de decisión en el proceso de gestión del agua, y las responsabilidades que tienen en torno al uso y conservación del agua son difíciles de medir.

4.4. La gestión del agua a nivel estatal el caso de la Ciudad de México

Como se ha visto, la Ciudad de México con su Zona Metropolitana (ZMCM), es uno de los ejemplos más notorios en el mundo de la urbanización y transformación de un ecosistema. Los cambios que llevados a cabo han hecho del sistema hidráulico como de la gestión del agua en sí misma, uno de los procesos más complejos del mundo, que se encuentra en constante cambio y cuya viabilidad en el futuro se encuentra en riesgo inminente

En la Ciudad de México, el manejo del agua ha sido un factor fundamental en el establecimiento y evolución de las diferentes culturas que se han asentado a lo largo de la historia. La ciudad se localiza en la parte baja de la Cuenca de México, la cual solía tener infinidad de manantiales ubicados en los lagos, pies de monte y montañas, así como un sistema de acuíferos que proveyeron de agua a sus primeros pobladores. Actualmente el suministro de agua para su población, de acuerdo con los datos del censo de población de 2010 (INEGI, 2010), significa un desafío para las instituciones responsables. Debido a que la mayoría de los cuerpos de agua superficial en la Cuenca de México han desaparecido o se han degradado, la principal fuente de abastecimiento para la ciudad se encuentra en los acuíferos, que proporcionan alrededor del 70% del líquido (CONAGUA, 2005a), sin embargo, las condiciones actuales de esta urbe no podrían entenderse sin una revisión a los procesos que han moldeado al régimen hidrológico; en las siguientes líneas se presenta una breve síntesis de estos procesos.

Durante el periodo prehispánico, bajo el gobierno del Estado Azteca, se desarrolló un profundo conocimiento del sistema hidrológico y del medio ambiente bajo el cual se realizaron diferentes obras para el aprovechamiento del recurso, cuyos usos se encontraban diversificados no solo en el consumo, sino también como sistemas de transporte, y fuente de alimentación de diversas especies. El manejo hidráulico modificó el sistema lacustre a través de la nivelación de los lagos, la separación de aguas dulces y salobres y el control de inundaciones y este funcionaba como un sistema altamente eficiente (CONAGUA, 2006a) donde la vida de la población giraba en torno al agua. De acuerdo con Tortolero (2000), el agua era dadora de vida, fuente de abastecimiento productivo, de alimentación y de transporte, aunque, también de ella emanaba la muerte, generadora entre otras de las inundaciones que recurrentemente afectaban a su población.

Romero (2006) señala que el esquema de gestión de agua en la época Colonial se desarrolló más a partir de la conquista y destrucción de Tenochtitlán, y su sistema hidráulico duró hasta el último cuarto del siglo XIX. Este cambio en el sistema hidráulico tuvo consecuencias importantes, por un lado, las inundaciones fueron especialmente violentas, en gran parte debido a que las nuevas autoridades dejaron sin mantenimiento el sistema de control hidráulico construido. Aréchiga (2004) menciona que los españoles introdujeron técnicas de agricultura y ganadería que depredaban con mayor intensidad el suelo y los cuerpos de agua.

En segundo lugar, los españoles y sus descendientes concebían los lagos como un peligro por lo que se iniciaron obras para drenar los lagos existentes. A fines del siglo XV se consideró la propuesta del ingeniero Enrico Martínez, de construir una acequia y un socavón en Nochistongo (Huehuetoca), que condujera los excedentes de agua de la Laguna de Zumpango hasta el río Tula, para evitar que vertiera al Lago de Texcoco. Debido a dificultades técnicas, en 1608 se dejó inconclusa la obra. En 1637 se optó por hacer un tajo a cielo abierto, proyecto que se terminó 150 años después.

En el México Independiente, a mediados del siglo XIX. el ingeniero Francisco Garay propuso construir un canal de 50 km que saliera desde el este de la ciudad para atravesar los lagos de Texcoco, San Cristóbal y Zumpango para canalizar sus aguas y las de los ríos que atravesara su paso. Este proyecto no pudo llevarse plenamente a la práctica, debido a las propias condiciones del país, y fue hasta el Porfiriato cuando se dieron las condiciones para llevar a cabo las tareas del desagüe de la Ciudad de México.

El abastecimiento de agua posterior a la Colonización, y hasta finales del siglo XIX se realizaba a través de los acueductos previamente construidos por los indígenas, y era complementada por otras fuentes como pozos, e incluso mediante la captación de agua pluvial (Sánchez, 2009). Aparentemente las fuentes de agua eran suficientes, pero Romero (2006) señala que, a pesar de la abundancia del recurso, la distribución no era equitativa; mientras unos distritos contaban con varios pozos públicos y manantiales, otros carecían de pozo alguno. De acuerdo con la autora, desde entonces se configuró una estructura espacial de acceso desigual al recurso: habitantes pobres del Este de la capital padecían escasez, sobre todo durante el estiaje, no así los sectores acomodados del Oeste. El impacto de esta desigualdad incidió en la economía y en la calidad de vida de estas poblaciones. Se acentuó la erosión eólica y pluvial, acelerando el azolve y desecación de los lagos.

El sistema hidráulico del régimen Porfiriano marcó varios hitos en el sistema hidráulico. Después de años de continuas luchas contra las inundaciones recurrentes, la construcción del “Gran Canal de Desagüe” representa el inicio de la desecación definitiva de los lagos. Por otro lado aunado al uso de los pozos artesianos usados a fines del siglo XIX, se construiría una infraestructura única de abastecimiento, saneamiento y desagüe tanto de los espacios de la cuenca cubiertos por el sistema como de las zonas ligadas con la ciudad a través de la extracción y emisión del recurso. El sistema porfiriano se constituyó en el punto de arranque de la modificación integral del ciclo hidrológico de la cuenca. A partir de entonces, el agua pluvial ya no seguiría el camino de infiltración, almacenamiento,

estancamiento y evaporación, a partir de entonces, el agua de lluvia sería captada junto con las aguas residuales para, posteriormente, ser expulsadas de la cuenca (Romero, 2006).

Los gobiernos posteriores al régimen Porfiriano extendieron y consolidaron ese sistema, insertos en una lógica de incremento en la demanda, que se veía fortalecida por la confianza en las soluciones tecnológicas. Se ampliaron los sistemas de distribución de agua y drenaje y se construyeron nuevos pozos artesianos. Entre los años treinta y cuarenta, las consecuencias de la excesiva extracción de agua se evidenciaron en el hundimiento del suelo en la ciudad (CONAGUA, 2005a), por el descenso en los volúmenes de infiltración, resultado de la pérdida de zonas de recarga, a consecuencia de la deforestación y los cambios de uso de suelo. En estas décadas también se inició el entubamiento de los ríos en los que se descargaban las aguas residuales, extinguiendo poco a poco las fuentes de agua superficiales. Como solución ante esta problemática, se concibió el trasvase de agua de otras zonas; en 1941 se iniciaron las obras del Acueducto Lerma, que inició operaciones en 1951, aportando un caudal de $5\text{m}^3/\text{s}$.

Sin embargo, estas obras no fueron suficientes para una ciudad que se encontraba en una etapa de expansión, y en 1970 se elaboró el Plan de Acción Inmediata (PAI) por la entonces Comisión de Aguas del Valle de México (CAVM), para satisfacer la creciente demanda de agua potable del Valle de México. La primera etapa del plan contempló el aprovechamiento transitorio de los acuíferos del valle, por medio de 9 baterías de pozos, así como la captación de agua superficial en la cuenca a través de la presa Guadalupe en el norte, y de 3 presas en la parte alta del Río Pánuco. La segunda fase consideraba la importación de agua de la cuenca del Balsas. En total el plan preveía la aportación de $31.83\text{ m}^3/\text{s}$ al Valle de México.

Del PAI original, algunas baterías de pozos en la zona oriente y las presas en la Cuenca Alta del Río Pánuco se veían imposibilitadas por la baja disponibilidad y la elevada demanda en la zona. La segunda etapa del plan se vio plasmada en el Sistema Cutzamala que inició su operación en 1982. Los pozos PAI entraron en operación en 1974, como una solución temporal al problema de abasto, y se convirtieron en una fuente regular y vital de suministro de agua en bloque para el D.F. y el Estado de México. Como se dijo antes, de los pozos originales, en 1995 se transfirieron 84 pozos del sistema al Gobierno del DF y 70 pozos al estado de México, y en 1997 fueron transferidos 17 pozos al estado de Hidalgo.

Actualmente el sistema de pozos PAI se integra por 7 ramales de 218 pozos (156 en operación en 2006), que extraen agua de los acuíferos Cuautitlán-Pachuca, Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) y Texcoco. El sistema, operado por el Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México (OCAVM), además, incluye 8 acueductos de más de 200 km en total, 5 plantas de bombeo y la presa y planta potabilizadora Madín (CONAGUA 2007b).

A pesar de la creación del PAI, el crecimiento desmedido de la ciudad obligó a las autoridades a concebir, a principios de la década de los 70 otra obra que garantizara el abasto de agua, construyéndose el proyecto hidráulico más ambicioso

de su tiempo: el Sistema Cutzamala, que abastece 16 m³/s a la ciudad (CONAGUA, 2005) (Véase **Tabla 4.2**).

El sistema fue diseñado, construido y operado por el Gobierno Federal. Consistió de tres etapas, iniciando en 1982 con el aprovechamiento de la Presa Villa Victoria que aportó 4 m³/s. En esta etapa se construyó la obra complementaria para la operación que consistió en plantas de bombeo, subestaciones eléctricas, canales, torre de oscilación y la planta de tratamiento de Los Berros, entre las más importante.

Tabla 4.2 Población de la Ciudad de México, crecimiento del área urbana, densidad y uso del agua, 1910-1990.

Año	Población total (millones)	Área urbana (km ²)	Densidad (personas por km ²)	Agua del subsuelo (m ³ /s)	Agua importada (m ³ /s)	Total de uso de agua (m ³ /s)	Uso per cápita (l/día)
1910	0.70	29.65	24.28	1.70	0	1.70	210
1940	1.80	90.30	21.37	4.30	0	4.30	206
1950	3.00	*	*	11.00	0	11.00	317
1960	5.20	383.85	14.09	16.60	3.50	20.10	334
1970	8.70	*	*	28.70	12.30	41.00	407
1980	13.80	838.07	16.47	36.00	14.00	50.00	313
1990	17.00	1 160.92	14.64	43.50	19.50	63.00	320

Fuente: Ecurra y Mazari (1996).

La segunda etapa se concluyó en 1985 e incluyó el aprovechamiento de la presa Valle de Bravo, la que aportó un caudal de 6 m³/s al sistema. La obra complementaria incluyó la construcción de plantas de bombeo, líneas de conducción, túneles, torres de oscilación y sumergencia, subestaciones eléctricas y se amplió la capacidad de la planta potabilizadora Los Berros.

La tercera etapa se puso en funcionamiento en 1993, e integró los subsistemas Chilesdo y Colorines, para sumar un aprovechamiento de 9 m³/s (CONAGUA, 2007b). Las obras complementarias para el funcionamiento de este subsistema incluyó la construcción de plantas de bombeo, conducción y torres de sumergencia y oscilación. El subsistema Colorines aprovecha las aguas de las presas Tuxpan y El Bosque, en el Estado de Michoacán e Ixtapan del Oro en el Estado de México, mediante su captación en la presa derivadora Colorines, para un suministro promedio de 8 m³/s.

La implementación de las costosas obras hidráulicas implementadas en la ZMCM entre los años cincuenta y ochenta, fueron posibles gracias al centralismo que imperó después de la Revolución, donde, como se mencionó en el capítulo anterior, la entonces Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos contaba con cuantiosos recursos económicos. Así, no obstante que a principios de los setenta existían otras opciones más económicas, se prefirió el trasvase de cuencas (Corona, 2010), anteponiendo los intereses económicos de la capital frente a las consideraciones ecológicas y las necesidades e intereses de sectores económicos de otras regiones.

Tortajada (2002) menciona que, de acuerdo con estimaciones realizadas en 1996, el costo de las primeras tres etapas del Sistema Cutzamala fue de 1 300 millones de dólares, equivalentes al gasto asignado a los sectores de educación, salud, seguridad social, agricultura, desarrollo rural, turismo y marina en ese mismo año. Cabe mencionar los costos sociales que produjo el trasvase, donde varias comunidades fueron desplazadas y hasta 2001, aún no recibían compensación alguna por ello.

Otro punto a señalar es la evolución del sistema de drenaje en la ciudad, que ha jugado un papel fundamental como parte de la gestión del agua en la ZMCM. La ciudad, al encontrarse en la parte más baja de la Cuenca, ha estado sujeta a inundaciones de manera histórica, las cuales han afectado la vida de la ciudad (García, 2007). Desde épocas prehispánicas se han ideado diversas formas de manejo del agua pluvial, pero, en el siglo XX a medida que el proceso de urbanización se extendía, las obras previas realizadas como el "El Gran Canal" han resultado insuficientes, de tal forma que al igual que con el suministro de agua, cada vez se propone una nueva obra que supera a la anterior.

En su momento, cada obra es vista como una solución definitiva, sin embargo la evidencia histórica demuestra lo contrario. Por ejemplo, Domínguez (2000) menciona que el Gran Canal funcionó más o menos bien hasta 1925, año en el que se presentaron nuevamente inundaciones de gran magnitud. En ese entonces se constató por primera vez que los hundimientos diferenciales hicieron perder su pendiente al sistema de colectores. Entre 1940 y 1950 se construyeron miles de kilómetros de diversos conductos para el drenaje, y se inició la construcción del sistema de presas para la regulación de las avenidas en el poniente de la ciudad.

A pesar de los trabajos desarrollados en esos años, entre 1941 y 1951 se presentaron inundaciones recurrentes y cada vez mayores. Nuevamente se trabajó en soluciones "globales", dentro de las que destacan la construcción de grandes plantas de bombeo de los colectores principales al Gran Canal, y el incremento sustancial de la capacidad de éste, mediante la ampliación de las secciones y la construcción del segundo túnel de Tequixquiac, que se terminó en 1954 .

Entre 1954 y 1967 se construyeron nuevamente miles de kilómetros de colectores, plantas de bombeo con capacidad acumulada de más de 100 m³/s, el interceptor del poniente, el entubamiento de los ríos Churubusco, de la Piedad, Consulado, etcétera, pero estas obras y otras muchas que se describen en las "Memorias del Drenaje Profundo", seguían resultando insuficientes por el crecimiento acelerado de la población, de la mancha urbana y, sobre todo, por el hundimiento de la ciudad.

Se inició entonces, en 1967, una nueva solución: El Sistema de Drenaje Profundo. Esta obra constaba, en el proyecto original, de dos interceptores de 5 m de diámetro y 18 km de longitud conjunta, con una profundidad que varía entre 30 y 50 m. Los interceptores descargan al Emisor Profundo, de 6.5 m de diámetro y 50 km de longitud. La obra, considerada por muchos como "definitiva", se inauguró en 1975 (Ver *Figura 4.6*).

No pasaron muchos años para que la subsidencia en la ciudad de México se agravara, y las inundaciones permanecieran como riesgo para la población, nuevamente bajo la presión de una ciudad que crece sin medida, en el año 2007 se contempló la construcción de una obra más grande: “El Túnel Emisor Oriente”, con el cual se espera contar con una salida complementaria y alterna al Emisor Central, que abata el riesgo de inundaciones en la Ciudad de México y su zona conurbada.

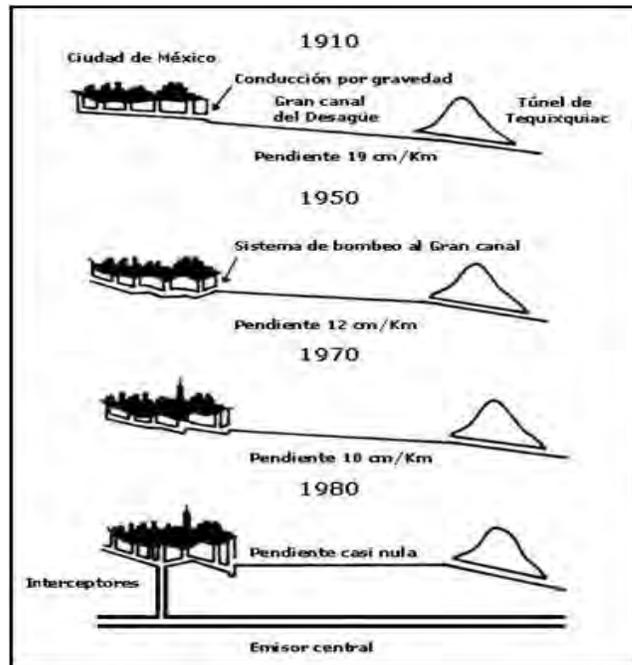


Figura 4.6 Efecto de la subsidencia en el subsuelo del Distrito Federal (Fuente: Ezcurra, 1991).

En temporada de lluvias, funcionará de manera simultánea con el actual drenaje profundo y en época de secas lo hará alternadamente para facilitar su mantenimiento (Conagua,s/f). Hasta la fecha, la construcción del túnel ha implicado un costo de 2,500 millones de pesos y es promocionada por el Gobierno Federal como “el sistema de drenaje más grande del mundo”.

Como se observa, la gestión del agua en el último siglo se ha basado en un modelo centralizador de grandes obras hidráulicas, orientado a la demanda. Especialmente en la Zona Metropolitana del Valle de México se percibe una falta de planeación de largo plazo y una ausencia de políticas transversales que establezcan límites al crecimiento tanto de la población como de la demanda. Las soluciones hasta ahora implementadas son reactivas, temporales y fragmentadas. En la **Tabla 4.3** se muestran en forma condensada los cambios ocurridos, se puede observar la continua adición de obras, así como el cambio de actores e instituciones involucradas, lo que ha creado una intrincada red de obras parchadas, de tal forma que, a pesar de los cuantiosos recursos invertidos en materia de aguas en la ZMCM, lejos de disminuir, se han sumado nuevos retos.

Tabla 4.3 Evolución de la gestión del agua en la ZMCM en el siglo XX.

Año	Población	Actores Involucrados			Suministro de Agua Potable				Obras de Drenaje y Saneamiento			
		Nivel Federal	Nivel Estatal	Nivel Municipal	Fuentes Utilizadas							
1900	541 516	Comisión Hidrográfica (Sección Valle de México)	Datos no disponibles	Ayuntamiento, aguadores	Manantiales y Pozos Artesianos	Acueducto Lerma	Pozos Programa de Acción Inmediata	Operación Sistema Cutzamala	Gran Canal de Desagüe			
1910	720 753		Datos no disponibles									
1920	906 063	Datos no disponibles	Datos no disponibles									
1930	1 229 ,576	Datos no disponibles	Datos no disponibles									
1940	1 757 530	Secretaría de Recursos Hidráulicos (Dirección General de Agua Potable y Alcantarillado DGAPA)	Departamento del Distrito Federal	Junta de Aguas y Saneamiento					----	----	----	Entubamiento de ríos receptores de descargas . Construcción de Plantas de Tratamiento
1950	2 982 075								----	----	----	
1960	5 155 327								----	----	----	Drenaje Profundo, Planta de Tratamiento Cerro de la Estrella
1970	8 656 851								----	----	----	
1980	13 734 685	Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. Dirección General de Operación de Sistemas de Agua y Alcantarillado (DGOSAPA)	Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica DGCOH Comisión de Aguas del Distrito Federal	Municipios. Organismos de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento (ODAPAS), Organismos Independientes Delegaciones del D.F.					Acueducto Lerma	Pozos Programa de Acción Inmediata	Operación Sistema Cutzamala	Ampliación y mejoramiento del Drenaje Profundo. Construcción de Plantas de Bombeo
1990	15 047 685	CONAGUA, OCAVM	Comisión de Aguas del Estado de México Sistema de aguas de la Ciudad de México									Infiltración de agua al acuífero
2000	17 895 828				Construcción Plantas de Bombeo							
2010	20 116 842			Construcción Túnel Emisor Oriente								

Fuente: Elaboración propia.

La CONAGUA (2002) hace una década identificaba como los principales retos el desigual e insuficiente suministro de agua, tanto en zonas urbanas como en zonas rurales, problemática que se intensifica en los municipios de más reciente integración a la metrópoli, también un deficiente aprovechamiento del agua en uso agrícola. La insuficiencia en el suministro se relaciona con una inadecuada infraestructura de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales y un inadecuado manejo de aguas pluviales, que conjugados con normativas deficientes tanto en su aplicación como en la administración y operación de la gestión del agua provoca cuantiosos daños por inundaciones, una competencia por los recursos disponibles entre entidades, usos y usuarios, una disminución de disponibilidad y sobreexplotación de acuíferos, aunada a una escasa cultura del agua que desconoce los ciclos naturales del recurso y que deriva en la contaminación de cuerpos de agua superficiales y subterráneos.

Estos problemas aún no han podido resolverse debido a que la tendencia en la gestión del agua se ha desenvuelto bajo el paradigma de la resolución de problemas a través de la construcción de obras hidráulicas. Como señalan Perló y González (2005), en la ZMCM existe un complejo sistema hidráulico cuyos componentes se encuentran fuertemente ligados con el desarrollo urbano de toda la región. La estructura jurídico-institucional y, en particular la que sirve para regular las acciones entre las entidades gubernamentales del Estado de México y del Distrito Federal, es una de las más complicadas, contradictorias y fragmentada desde el punto de vista jurídico y administrativo.

Conclusiones

La gestión del agua en la Ciudad de México es compleja, con una multiplicidad de actores que intervienen en un sistema hidráulico extendido más allá de los límites administrativos del Distrito Federal, así como de la cuenca hidrográfica. El marco institucional que regula a los diferentes actores es complicado y fragmentado, lo cual se evidencia en el funcionamiento de los organismos operadores de agua que trabajan de manera descoordinada y con recursos que resultan insuficientes para satisfacer, de manera eficiente y adecuada, las necesidades de una población en constante crecimiento y expansión urbana.

La falta de planeación y coordinación entre los diferentes actores ha propiciado la acumulación de problemas ambientales y sociales, cuyas soluciones son costosas e insostenibles económicamente en el largo plazo. Hasta hace pocos años se comenzó a cuestionar y a reconocer la necesidad de modificar la forma en que se gestiona el agua, no sin que se presenten fuertes resistencias al cambio vinculadas, con la dependencia de la infraestructura y esquemas actuales. El desarrollo de indicadores en México es incipiente y uniforme. Las propuestas desarrolladas son producidas y dirigidas principalmente por organismos dependientes de la CONAGUA, como el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, cuyos criterios de monitoreo se centran en la eficiencia operativa de los organismos operadores de agua. Otros indicadores que pueden ser aplicados a escala local, son los indicadores de estado del recurso, relacionados con la calidad y cantidad de agua disponible, donde instancias como el Instituto Nacional de Ecología y la misma CONAGUA, siguiendo estándares internacionales han formulado criterios de clasificación de calidad y disponibilidad del agua.

Por otro lado, se encontró que la fragmentación institucional existente implica una dispersión en la generación y sistematización de los datos necesarios para realizar indicadores de seguimiento, lo cual dificulta la medición de los parámetros a evaluar. Por esta razón, el conjunto de indicadores que se propone en el próximo capítulo está enfocado únicamente al territorio de Distrito Federal, entidad que, al contar con un organismo único en la distribución de agua potable y saneamiento, como es el Sistema de Aguas de la Ciudad de México, facilitaría la recolección de los datos requeridos.

5. CAPÍTULO V. PROPUESTA DE INDICADORES

Una vez realizado el análisis de la evolución de la gestión del agua en la Ciudad de México y su Zona Metropolitana, así como del desarrollo de indicadores (a nivel internacional y nacional) y los sistemas de información existentes, relacionados con el agua, se pudo contar con los elementos teóricos y empíricos suficientes que permitieran proponer un conjunto de indicadores relevantes para la evaluación de la gestión del agua urbana, para el caso de estudio de la Ciudad de México. Como se observó, la ciudad representa una problemática compleja reflejada en múltiples articulaciones, factores y actores que interactúan a diversos niveles políticos y territoriales. Tomando en cuenta las limitaciones en la obtención de los datos (debidas en su mayoría a la falta de la información disponible y su acceso), se redujo la escala de análisis únicamente al Distrito Federal, que en adelante, se considera como la Ciudad de México (Sánchez, 1996).

En la investigación expuesta en capítulos previos se encontró que existen dos vertientes bien definidas en lo que se refiere a indicadores relacionados con el agua. Una primera vertiente representada por el grupo de indicadores ambientales cuyo objetivo central es la medición del estado del recurso en términos de calidad y cantidad enfocados a cuerpos de agua natural. El segundo grupo corresponde a los indicadores de desempeño operativo, que miden la eficiencia y eficacia de los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento en la satisfacción de las necesidades de la población.

Por otra parte, entre los enfoques utilizados predominantemente en el desarrollo de reportes ambientales se encuentra el de *Presión - Estado - Respuesta* de la OCDE, que permite establecer relaciones de causalidad.

Otro aspecto identificado fue: si bien existen numerosos indicadores de desempeño operativo, también existen críticas respecto a que los parámetros de medición no revelan del todo la situación real del nivel de satisfacción de las necesidades de la población y a que la mayoría de las propuestas ignora su dimensión ambiental como factor que determina la viabilidad, a largo plazo, de los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento.

5.1. Metodología de selección y diseño de indicadores

Con el objetivo de atenuar estas deficiencias, se procuró utilizar un enfoque integrador, de causalidad en el diseño del marco de indicadores para la Ciudad de México, donde se tomaron en cuenta aspectos del desarrollo sustentable. Dentro del contexto de la satisfacción de necesidades básicas como el abastecimiento de agua y el saneamiento, éstos son vistos como elementos necesarios en la evaluación de una adecuada gestión del agua urbana, pero no suficientes para evaluar si el proceso de la gestión del agua se encamina hacia los principios de la sustentabilidad, para lo que se requiere incorporar elementos que reflejen el estado del recurso, considerando las condiciones naturales del ciclo hidrológico, así como factores que intervienen en la modificación del recurso, bajo el esquema de *Presión - Estado-Respuesta* propuesto por la OCDE (1993).

Utilizando el enfoque *Presión- Estado-Respuesta*, y con base en el análisis de la problemática de la gestión del agua, así como de los actores involucrados, se identificaron un conjunto de factores que inciden en el deterioro del agua en la zona de estudio y en la situación actual que guarda el recurso y, a partir del análisis de éstos se propone las posibles respuestas, es decir las acciones a realizarse, cuya representación gráfica se muestra en la **Figura 5.1**.

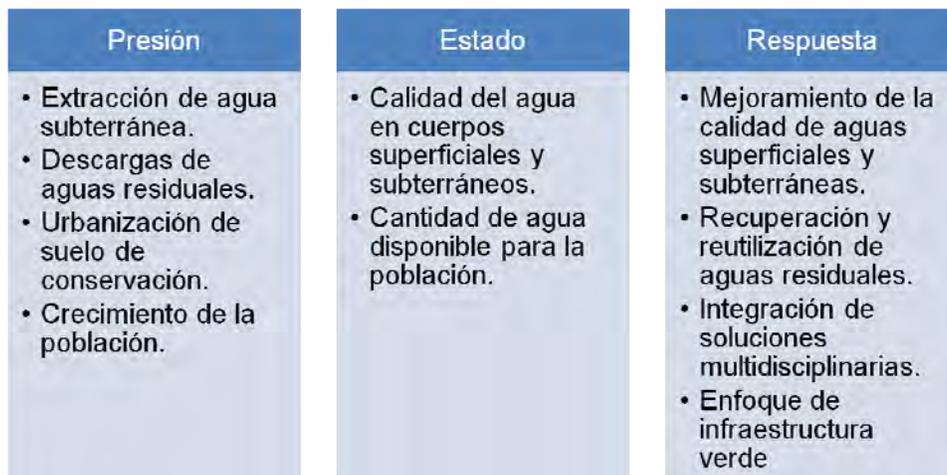


Figura 5.1 Esquema *Presión- Estado- Respuesta* de la Gestión del Agua en la Ciudad de México.

De esta manera, se tomó en cuenta una combinación de indicadores de eficiencia y eficacia del sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento, los cuales permiten evaluar el grado de bienestar de la población, proponiéndose dos grandes grupos de indicadores: Un primer grupo de indicadores de desempeño operativo y un segundo grupo de indicadores ambientales bajo el enfoque PER, subdivididos a su vez en los siguientes:

- 1) Indicadores de Presión sobre el recurso hídrico
- 2) Indicadores de Estado del recurso hídrico
- 3) Indicadores de Respuesta.

Una vez definido el marco conceptual para el diseño de indicadores, así como los principales grupos, se procedió a la formulación de cinco indicadores para cada grupo, a fin de contar con un margen de selección que permitiera conocer los aspectos más relevantes del proceso de la gestión del agua en la ciudad de México, y un buen manejo de la información (al ser un número reducido). Para el establecimiento de los posibles indicadores fue determinante el análisis realizado en capítulos previos, conociendo los factores y elementos más representativos y de mayor trascendencia en la gestión del recurso, por ejemplo las principales fuentes de agua y los usuarios del recurso, así como las posibles fuentes de información.

Por otra parte, se buscó que los indicadores reflejaran cambios en el paradigma de la gestión del agua, de tal forma que se evidenciara la relación entre las acciones de política pública con indicadores de respuesta encaminados hacia una mejora en el proceso de la gestión del agua urbana.

En la definición de los indicadores se seleccionaron algunos ya existentes en otros marcos conceptuales, por considerarlos relevantes, y también se propusieron nuevos indicadores que se pensó podrían ser de mayor utilidad que los que hasta ahora se conocen. Para la selección y desarrollo de los indicadores se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- la relevancia del indicador para reflejar los aspectos descritos anteriormente
- la posibilidad de obtención de la información, es decir, se consideró que los datos base para el cálculo del indicador ya fueran generados por alguna institución relacionada con la gestión del agua, identificando la posible fuente de información. En algunos casos, a pesar de no contar con datos para el cálculo, se consideró el indicador por reflejar algún aspecto importante de la gestión del agua
- que el indicador propuesto respondiera a acciones de políticas públicas.

En la **Tabla 5.1** se muestra la lista de los 20 indicadores propuestos; en ella se indica a qué grupo corresponde, el nombre, la unidad de medida y la fuente de datos para el cálculo de cada indicador. En el caso de los indicadores diseñados en el marco de la investigación, se explica la forma de cálculo. Cabe señalar que, en esta etapa preliminar, no se determinaron ni la escala geográfica ni la periodicidad de cada indicador. Estos atributos fueron analizados posteriormente para su segunda selección.

Tabla 5.1 Lista de indicadores sometidos a evaluación de expertos.

	No	Indicadores	Unidad de Medida	Fuente
Desempeño Operativo	1	Indicador de disponibilidad de agua potable ⁸ (Forma de acceso al servicio y frecuencia del servicio de agua potable)	Puntuación Máxima= 100	INEGI ⁹ SACM ¹⁰
	2	Dotación de agua por habitante (Promedio anual en el D.F)	l / habitante / día	INEGI SACM
	3	Indicador de cobertura de alcantarillado ¹¹	Puntuación Máxima=100	INEGI SACM
	4	Calidad del agua potable para consumo humano (Porcentaje de muestras realizadas que cumplen con la normas de salud)	%	SACM
	5	Porcentaje de fugas de agua del volumen total de agua producido	%	SACM
Presión	1	Demanda de Agua Potable (Volumen de Agua concesionada)	m ³	CONAGUA ¹²
	2	Volumen de agua extraída	m ³	SACM, CONAGUA
	3	Volumen de descarga de agua residual producida (por tipo de descarga: municipal, industrial, etc.)	m ³	SACM

⁸ El indicador de disponibilidad de agua potable. Responde a las críticas de las diferencias en la frecuencia de la cobertura de agua potable y la frecuencia de suministro. Con base en las variantes de acceso al agua de los censos de población del INEGI (dentro de la vivienda, dentro del terreno de la vivienda, llave pública o agua acarreada y la frecuencia de suministro (por horas al mes). Donde la puntuación máxima posible es 100 si toda la población cuenta con agua potable dentro de su casa de forma ininterrumpida. Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula: $\sum_{i=1}^n C_{dn} P_{dn} + \sum_{j=1}^m C_j P_{jm} \cdot m = \text{Indicador de disponibilidad de agua}$ Donde C_{dn} = Coeficiente de acceso al agua potable (Varía de 0.5 a 0 dependiendo de la forma de acceso) P_{dn} =Porcentaje de las viviendas con x forma de acceso al agua potable. C_j =Coeficiente de frecuencia del servicio(varía de 0.5 a 0 dependiendo de las horas de servicio) P_{jm} =Porcentaje de viviendas con m horas de servicio y m = horas de servicio al mes.

⁹ INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

¹⁰ SACM: Sistema de Aguas de la Ciudad de México

¹¹ El indicador de cobertura de alcantarillado. Es una ponderación de la población con los diferentes tipos de formas de desalojo de aguas residuales. (Red pública, fosa séptica, tubería que va a dar a un río, barranca, lago o al mar o se carece por completo de alcantarillado). Su fórmula de cálculo es $\sum_{i=1}^n C_{dn} P_{dn} = \text{Indicador de cobertura de alcantarillado}$ Donde C_{dn} =Coeficiente de cobertura de alcantarillado (Varía de 1 a 0 de acuerdo a la forma de desalojo de aguas residuales) P_{dn} =Porcentaje de viviendas con x forma de descarga de aguas residuales.

¹² CONAGUA: Comisión Nacional del Agua

	4	Dependencia de fuentes externas (porcentaje de agua importada de otras cuencas/acuíferos respecto al total volumen suministrado)	%	SACM CONAGUA
	5	Hectáreas con modificaciones en el uso de suelo (por ejemplo a agrícola y/o urbano)	Ha /año	SMA-GDF
Estado	1	Disponibilidad natural media del agua (promedio anual)	m ³	CONAGUA, SACM
	2	Disponibilidad natural media per cápita (promedio anual)	m ³ / habitante	CONAGUA, SACM, INEGI
	3	Recarga media de los acuíferos (promedio anual)	m ³	CONAGUA
	4	Volumen de agua almacenado en cuerpos de agua superficial (promedio anual)	m ³	SACM
	5	Calidad del agua (en estaciones de monitoreo): Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Sólidos Totales Suspendedos	mg/l	CONAGUA
Respuesta	1	Porcentaje de fugas reparadas del total de fugas reportadas en el D.F.	%	CONAGUA SACM
	2	Porcentaje de agua residual tratada anual en el D.F.	%	CONAGUA
	3	Porcentaje de agua residual reutilizada anualmente en el D.F.	%	SACM
	4	Construcciones certificadas bajo el esquema de edificios sustentables en el rubro del agua en el D.F.	Número	SMA
	5	Número de equipamientos ambientales por cada millón de habitantes	Número de equipamientos por millón de habitantes	SMA ¹³ SEP ¹⁴ CONAGUA

5.2. Evaluación de Indicadores

Una vez finalizada la lista de indicadores potenciales, se evaluó y validó la pertinencia de cada uno de ellos, así como las posibles deficiencias en su cálculo o aplicación. La validación de los indicadores se llevó a cabo mediante la opinión de los expertos en materia de gestión del agua, considerando equitativamente la participación de actores de diversos sectores como el académico, público y social. Se diseñó un cuestionario (**Anexo 4**) en el que se pidió a un total de 41 expertos en la materia que calificaran, en una escala del 1 al 5 (5 es referente a la calificación más alta y 1 a la más baja), a cada uno de los indicadores en los aspectos de: a) la pertinencia del indicador como parámetro de evaluación de la gestión del agua en la ciudad de México y b) la claridad del indicador.

El cuestionario fue enviado electrónicamente, e incluyó 4 preguntas abiertas sobre otras fuentes de información que conocieran los expertos, las fuentes de información confiable y adecuada y su opinión sobre el tema. Los expertos seleccionados (**Anexo 5**) fueron representantes de áreas operativas del gobierno del Distrito Federal y de instancias federales, académicos y expertos internacionales, así como de algunos organismos no gubernamentales nacionales e internacionales, mencionados en la **Tabla 5.2**.

¹³ SMA: Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal

¹⁴ SEP:Secretaría de Educación Pública

Tabla 5.2 Instituciones seleccionadas para envío de cuestionario.

Institución	Tipo de Organismo	Número
Sistema de Aguas de la Ciudad de México SACM	Estatad	5
Comisión Nacional del Agua CONAGUA	Federal	4
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua IMTA	Federal	1
Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI	Federal	1
Secretaría de Medio Ambiente	Federal	2
Consejo Consultivo del Agua CCA	Organismo No Gubernamental	1
Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento. A.C. ANEAS	Organismo No Gubernamental	2
Secretaría del Medio Ambiente del D.F	Estatad	2
Organización de las Naciones Unidas Programa Hidrológico Internacional	Internacional	1
Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo (Argentina)	Gubernamentales extranjeros	1
Consultores Independientes	Organismo No gubernamental	1
Third World Centre	Organismo No gubernamental	1
Universidad Nacional Autónoma de México	Academia	10
El Colegio de México	Academia	1
Universidad de Veracruz	Academia	2
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey	Academia	1
Universidad Autónoma de la Ciudad de México	Academia	1
Universidad Autónoma Metropolitana	Academia	1
Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales	Academia	1
El Colegio de la Frontera Norte	Academia	1
New Castle University	Academia	1

De los 41 cuestionarios enviados se obtuvieron los siguientes resultados:

- 1) Se obtuvo un nivel de respuesta satisfactorio, con el 25 por ciento de los cuestionarios enviados.
- 2) 3 expertos fueron del sector académico, 2 de organismos estatales, 3 de instancias federales y 2 de organismos no gubernamentales, por lo que se puede decir que la participación fue equitativa
- 3) 1 experto envió únicamente su opinión con respecto a que es necesario desarrollar un sistema de información consistente sobre el que se puedan determinar los diferentes indicadores y se recomiendan algunos estándares internacionales para lograr esto
- 4) Varios expertos mencionaron la falta de claridad en la formulación de indicadores ambientales.

Las respuestas obtenidas en cada uno de los expertos se concentran en el **Anexo 6**. En la **Tabla 5.3**, a su vez, se presentan los promedios de las evaluaciones de los expertos para cada indicador, donde los indicadores evaluados obtuvieron puntuaciones superiores a los 8 puntos, sumando los criterios de pertinencia y claridad, y sólo cinco indicadores contaron con evaluaciones inferiores a los 8 puntos, pero en ningún caso fueron menores de 6; lo que refleja que tuvieron una buena aceptación.

Las puntuaciones bajas están más relacionadas con una falta de claridad en la formulación del indicador, que con la pertinencia de éste, aunque también existen comentarios relacionados con un cambio a otro indicador que revelase de mejor forma la situación del recurso, por ejemplo, el indicador de volumen de agua en cuerpos de agua superficiales, que se consideró como una medida del estado del recurso, no fue bien evaluado, debido a que es prácticamente inexistente esta fuente de agua, y se prefiere

medir el estado de acuerdo con el grado de sobreexplotación de los acuíferos, ya que la principal fuente de agua potable, en la actualidad, proviene del subsuelo.

Tabla 5.3 Promedio de calificaciones de los expertos para la lista de indicadores propuestos.

Tipo de Indicador	Indicadores	Valoración		
		Pertinencia	Claridad	Suma
Desempeño Operativo	Indicador de disponibilidad de agua potable (Forma de acceso al servicio y frecuencia del servicio de agua potable)	4.50	3.89	8.39
	Dotación de agua por habitante (Promedio anual en el D.F)	4.60	5.00	9.60
	Indicador de cobertura de alcantarillado	4.70	4.33	9.03
	Calidad del agua potable para consumo humano (Porcentaje de muestras realizadas que cumplen con las normas de salud)	4.70	4.11	8.81
	Porcentaje de fugas de agua del volumen total de agua producido	4.56	3.44	8.00
Indicadores de Presión	Demanda de Agua Potable (Volumen de Agua concesionada)	3.70	4.00	7.70
	Volumen de agua extraída	4.13	3.86	7.99
	Volumen de descargas de agua residual producida (por tipo de descarga: municipal, industrial, etc.)	4.56	4.00	8.56
	Dependencia de fuentes externas (porcentaje de agua importada de otras entidades con respecto al total del volumen suministrado)	4.88	4.38	9.26
	Hectáreas con modificaciones en el uso de suelo (por ejemplo a agrícola y/o urbano)	4.33	4.00	8.33
Indicadores de Estado	Disponibilidad natural media del agua (promedio anual)	4.44	4.13	8.57
	Disponibilidad natural media per cápita (promedio anual)	4.63	3.71	8.34
	Recarga media de los acuíferos (promedio anual)	4.50	4.29	8.79
	Volumen de agua almacenado en cuerpos de agua superficial (promedio anual)	3.78	3.25	7.03
	Calidad del agua (en estaciones de monitoreo): Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Sólidos Totales Suspendidos	4.44	3.63	8.07
Indicadores de Respuesta	Porcentaje de fugas reparadas del total de fugas reportadas en el D.F.	4.88	4.29	9.16
	Porcentaje de agua residual tratada anual en el D.F.	4.86	4.00	8.86
	Porcentaje de agua residual reutilizada anualmente en el D.F.	4.67	4.50	9.17
	Construcciones certificadas bajo el esquema de edificios sustentables en el rubro del agua en el D.F.	4.33	4.00	8.33
	Número de equipamientos ambientales por cada millón de habitantes.	4.67	4.50	9.17

Se recibieron observaciones relativas a las limitaciones de los indicadores (**Anexo 7**), la disponibilidad de información eficiente y suficiente es una de las más mencionadas.

Los expertos expresaron dudas referentes a la posibilidad de obtención de datos de ciertos parámetros, en su mayoría sobre la disponibilidad del recurso, la continuidad y confiabilidad en la toma de muestras para cuerpos de agua (superficial o subterránea), así como sobre la calidad de agua apta para el consumo humano.

También se sugirió establecer una línea base de medición para cada indicador, igual que un valor meta a alcanzar. La línea base de medición se utiliza cuando un indicador se encuentra orientado hacia una meta o resultado, en donde, previo a la implementación de una política pública o programa de acción, se realiza una evaluación de la situación inicial, a partir de la cual se establecerán las comparaciones y se evalúan los avances (DANE, 2012).

Cuando se establece la meta estimada de los indicadores, es necesario definir cuál podría ser la situación ideal a alcanzar, para ello se debe profundizar en el tema de las condiciones naturales del recurso, a la par de las posibilidades reales de lograr ciertas metas bajo las circunstancias de cada caso. Por ejemplo, en el caso de la contaminación del agua, existen ciertos elementos que se encuentran de manera natural en lagos, ríos y acuíferos, por la que es necesario establecer hasta qué punto es posible eliminar o reducir estos contaminantes.

Otros comentarios sobre los indicadores se refieren a la necesidad de una mayor definición sobre los parámetros medidos, pues en algunos casos se indica que las variables que forman parte del indicador propuesto no reflejan lo que el indicador pretende, por ejemplo, en el caso del indicador de porcentaje de fugas reparadas, se menciona que un parámetro más adecuado sería el volumen de agua recuperado por las reparaciones en el sistema.

Una vez que se contó con el promedio de calificaciones realizadas por los expertos, se propuso una clasificación de los indicadores, de acuerdo con su calificación en grupos con los siguientes criterios: Baja: 1- 6; Regular: 6-8; Buena: 8-9; Muy buena: 9-10. Los indicadores que se encontraban dentro de los niveles de calificación baja y regular se eliminaron, quedando aquellos con calificaciones de buena y muy buena. Aunado a las evaluaciones hechas por los expertos, con el fin de determinar su inclusión dentro del marco de indicadores; se realizó un análisis de cada indicador propuesto bajo los siguientes aspectos

- a) Posibilidad de medición (disponibilidad de datos)
- b) Relación con políticas públicas
- c) Posibilidad de actualización.

Asimismo, atendiendo las recomendaciones de los expertos, se corrigieron los indicadores propuestos para quedar finalmente 12, tres para cada subgrupo establecido (Ver **Tabla 5.4**).

Tabla 5.4 Indicadores seleccionados para evaluar la gestión del agua en la Ciudad de México.

Desempeño	Presión	Estado	Respuesta
Disponibilidad de agua potable	Dependencia de fuentes externas de agua	Disponibilidad natural media del agua	Porcentaje de fugas reparadas del volumen de fugas reportadas
Cobertura de alcantarillado	Tasa de cambio de uso de suelo de conservación	Disponibilidad natural media per cápita	Porcentaje de agua residual reutilizada
Calidad de agua potable para consumo humano	Grado de sobreexplotación del recurso	Calidad del agua superficial	Porcentaje de agua residual tratada

Se elaboraron las hojas metodológicas donde se definieron los objetivos de cada uno de los indicadores y se presentan los datos mínimos para su cálculo y manejo. (Véase *Anexo 8*). En la siguiente tabla se presenta un ejemplo de esta hoja metodológica.

Tabla 5.5 Hoja metodológica del indicador de dependencia de fuentes externas.

<i>Dependencia de fuentes externas</i>	
Justificación: El grado de dependencia de fuentes externas de agua potable de una ciudad indican un grado de sobreexplotación de las fuentes internas, así como una mayor afectación al medio ambiente, al modificar el ciclo hidrológico de una cuenca.	
Nombre:	Dependencia de fuentes externas de agua
Definición breve:	Porcentaje del volumen de agua proveniente de fuentes ubicadas fuera de la entidad
Unidad de medida:	Porcentaje
Objetivos y metas:	Disminución de la dependencia de fuentes externas
Definiciones y conceptos:	Fuentes de agua internas: aquéllas localizadas dentro de la entidad o localidad a la que se abastece. Fuentes de agua externas: aquellas localizadas fuera de la entidad o localidad a la que se abastece.
Método de medición:	Los datos provienen del Sistema de Aguas de la Ciudad de México, que recibe y administra los caudales importados de otras cuencas y estados.
Periodicidad:	Anual
Escala:	Entidad
Observaciones :	Es un indicador que responde a políticas de largo plazo
Fuentes de datos:	Sistema de Aguas de la Ciudad de México
Posibles limitaciones del Indicador:	El indicador debe de ser contrastado en conjunto con la sobreexplotación del recurso en la localidad.

En ella se define y justifica la pertinencia del indicador, se establece su unidad de medida y el método de medición, la fuente de información, la frecuencia de medición así como la escala geográfica en que el indicador es medido. La elaboración de las hojas metodológicas resultó ser un medio útil en el proceso del diseño de indicadores, porque

permitió identificar tanto las posibles limitaciones de medición de los indicadores, como la incongruencia entre las unidades de medición o en la definición del mismo indicador; de manera que representaron un filtro antes de proceder a su cálculo.

5.3. Medición de los indicadores

Posteriormente se realizó el cálculo de los indicadores que disponían de información mínima, con ello se refinó la definición de los indicadores, verificando su posibilidad de medición en la práctica, para detectar cual sería el valor de cada indicador bajo una situación ideal. Se estableció una escala única de medición, mediante la normalización de éstos, de tal forma que tuviesen la misma escala de 0 a 100. Para algunos, la meta era equivalente al 100% y para otros el 0%. En las siguientes tablas (*Tablas 5.6-5.9*) se muestran los atributos por grupo de indicadores, junto con el valor de éste

Aunque se procuró homogeneizar en la medida de lo posible la escala y frecuencia de medición de los indicadores, esto no fue posible, debido a que cada indicador posee características particulares que impiden el uso de una sola escala. En ciertos casos como la disponibilidad de agua, ésta se mide por región hidrológica.

Se debe tomar en cuenta que los valores de algunos indicadores no son susceptibles de cambiar en periodos cortos, como ejemplo se tiene la dependencia de fuentes externas de agua potable, que es fruto de un complejo sistema de distribución de agua construido a lo largo de varias décadas y de procesos de urbanización y crecimiento de la población difíciles de revertir. El tiempo que se requiere para observar cambios en un indicador es resultado de las políticas públicas implementadas, las cuales tomarán varios años para tener efecto en los diferentes parámetros. Si bien, frecuentemente se espera que dentro de un periodo de gobierno, sea estatal o municipal, existan cambios representativos, por lo que debe considerarse este aspecto en la evaluación de las políticas públicas.

Tabla 5.6 Indicadores de Desempeño.

Indicador Atributo	Desempeño		
	Disponibilidad de agua potable	Cobertura de alcantarillado	Calidad del agua potable para consumo humano (Porcentaje de muestras realizadas que cumplen con las normas de salud)
Frecuencia de Medición	cinco años	cinco años	anual
Periodo de Respuesta	largo plazo	largo plazo	corto plazo
VARIABLES para su medición	Número de viviendas por tipo de servicio. Frecuencia de servicio.	Número de viviendas por tipo de servicio	Número de muestras realizadas Numero de muestras satisfactorias
Subindicadores	No aplica	No aplica	bacteriológicos, fisicoquímicos
Unidad de medida	Puntuación máxima= 100 Puntuación mínima = 0	Puntuación Máxima=100 Puntuación mínima =0	Porcentaje
Escala	Entidad	Entidad	Entidad / Delegacional
Calculo del indicador	85.48	96.00	97.80
Datos de la medición	2010	2010	Nov/Dic 2012
Meta estimada	100	100	100
Normalización	la puntuación se toma como porcentaje	la puntuación se toma como porcentaje	es el mismo indicador
Serie de tiempo de Información	Censo de población y vivienda 2010. Libro: Evaluación de política publica de acceso al agua potable	Censo de población y vivienda 2010.	Reporte de Calidad del Agua 5o Bimestre SACM

Tabla 5.7 Indicadores de Presión.

Indicador	Presión		
	Atributo	Dependencia de fuentes externas	Hectáreas con modificaciones en el uso de suelo
Frecuencia de Medición	anual	indeterminado	anual
Periodo de Respuesta	largo plazo	largo plazo	corto plazo
Variables para su medición	Volumen de agua importada de otras entidades. Volumen total de agua producida	Número de hectáreas urbanizadas / Hectáreas dentro del suelo de conservación. Tasa de cambio en el uso de suelo de conservación	Volumen de agua concesionada. Disponibilidad natural del agua
Subindicadores	No aplica	No aplica	No aplica
Unidad de Medida	%	ha/año	%
Escala	Entidad	Entidad	Regional
Cálculo del indicador	51%	657.62 ha/ año	135%
Datos de la medición	2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011	2005 y 2008	2003-2011
Meta estimada	0%	0%	0%
Normalización	Es el mismo indicador	Tasa de cambio de uso de suelo	Es el mismo indicador
Series de tiempo Información	PGIRH 2012	Actualización del programa de ordenamiento territorial del Distrito Federal 2008/ Programa estratégico forestal del Distrito Federal 2006-2025	Estadísticas del agua en México Ediciones 2003, 2004, 2006- 2008, 2010, 2011. Estadísticas del agua por Región Hidrológica 2005 y 2009

Tabla 5.8 Indicadores de Estado.

Indicador	Estado				
	Atributo	Disponibilidad Natural del agua en la Región	Disponibilidad natural media per cápita (promedio anual)	Calidad del agua (en estaciones de monitoreo)	
Frecuencia de Medición	anual	cada cinco años	indeterminado	indeterminado	indeterminado
Periodo de Respuesta	largo plazo	largo plazo	largo plazo	largo plazo	largo plazo
Variables para su medición	Disponibilidad natural del Agua	Población/ Disponibilidad natural media	Demanda Química de Oxígeno	Demanda bioquímica de Oxígeno	Sólidos Suspendidos Totales
Subindicadores	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Unidad de medida	Millones de m ³	m ³ /habitante	mg/l	mg/l	mg/l
Escala	Regional	Regional	Puntos de Muestreo	Puntos de Muestreo	Puntos de Muestreo
Cálculo del indicador	3513 millones de m ³	164 m ³ /habitante	378.99	180.44	Sin datos disponibles
Datos de la medición	2003-2011	2009	2008	2008	2008
Meta estimada	0°	1000 m ³ /hab	Menor o igual a 10 mg/l	Menor o igual a 3mg/l	25mg/l
Normalización	Tasa de cambio de la disponibilidad de agua	% De disponibilidad per cápita en relación con los estándares internacionales	Grado de concentración de contaminantes por encima de la norma	Grado de concentración de contaminantes por encima de la norma	Grado de concentración de contaminantes por encima de la norma
Serie de tiempo de Información	Estadísticas del agua en México Ediciones 2003, 2004, 2006, 2007, 2008, 2010, 2011. Estadísticas del agua Región Hidrológica 2005 y 2009	Estadísticas del agua en México Ediciones 2003, 2004, 2006, 2007, 2008, 2010, 2011. Estadísticas del agua Región Hidrológica 2005 y 2009	Estadísticas del agua por Región Hidrológica 2005 y 2009	Estadísticas del agua por Región Hidrológica 2005 y 2009	Sin datos disponibles

Tabla 5.9 Indicadores de Respuesta.

Indicador Atributo	Respuesta		
	Porcentaje de agua recuperada por reparación de fugas	Porcentaje de agua residual tratada y reutilizada anualmente en la entidad	Porcentaje de agua residual tratada anual en la entidad
Frecuencia de Medición	anual	anual	anual
Periodo de Respuesta	Corto Plazo	Corto Plazo	Corto Plazo
Variables para su medición	Volumen de agua perdida por fugas/ Volumen de agua recuperada por reparaciones en fugas	Volumen de agua residual reutilizada dentro de la cuenca/ Volumen de agua residual producida	Volumen de agua residual producida Volumen de agua residual tratada
Unidad de medida	%	%	%
Escala	Delegación	Bloque	Bloque
Cálculo del indicador	Sin datos	9%	9.2 %
Datos de la medición	por calcular	2011	2011
Meta estimada	20%	100.00	100.00
Normalización	Es el mismo indicador	Es el mismo indicador	Es el mismo indicador
Series de tiempo información	Estimaciones del SACM	Información del SACM 2011	Información del SACM 2011

Evaluación de los indicadores.

El análisis de los indicadores propuestos debe realizarse en conjunto, para tener una visión más completa de la gestión del agua bajo las diferentes dimensiones que la componen, donde los valores de los indicadores revelan que las políticas públicas en la gestión del agua han estado encaminadas, principalmente, hacia la mejora en el abastecimiento de agua potable y saneamiento en la ciudad.

Así, los indicadores de *Desempeño* muestran las calificaciones más alta entre los diferentes grupos de indicadores, donde la cobertura de alcantarillado es cercana al 96% y este mismo porcentaje se logra para las muestras de agua potable que cubren las normas de salubridad. Incluso, aún cuando estos indicadores a nivel de la ciudad de México son buenos, se debe considerar que existen disparidades entre las delegaciones, así por ejemplo, para la delegación Milpa Alta, donde en otros trabajos (Jiménez *et al.*, 2011) se afirma que es una de las delegaciones con rezago en el abastecimiento de agua potable y alcantarillado, estos datos no se encuentran disponibles y por lo tanto, si se incluyeran afectarían el promedio de la calidad del agua.

El indicador de disponibilidad de agua potable muestra valores menos favorables en comparación con los indicadores de la CONAGUA de 89.7% de promedio cuando se pondera la frecuencia en el suministro (donde para la medición se ponderó tanto el aspecto de la cobertura en el servicio de agua potable, como el de la frecuencia en el suministro), se obtuvo una calificación de 89.7 puntos. Los datos disponibles se obtuvieron a escala estatal, y estos valores varían en las diferentes delegaciones del Distrito Federal. El SACM ha declarado que cuenta con los datos de frecuencia en el suministro de agua potable por delegación, lo que posibilitaría la medición del indicador a una escala más pequeña y permitiría identificar zonas rezagadas en el suministro de agua potable.

Los indicadores de *Estado* presentaron mayores dificultades en su definición y cálculo. Los atributos principales que definen el estado del recurso son la calidad y la cantidad de agua en los cuerpos de agua. Una de las dificultades consistió en determinar cual podría considerarse una situación ideal a lograr, dadas las limitaciones naturales de la zona de estudio y el contexto actual en el que se encuentra debido a las modificaciones sufridas en el ecosistema por la influencia humana. Otra limitante que hay que considerar es que la calidad y cantidad de agua en la ciudad de México se ve afectada por factores regionales, y por ello es prudente considerarlos a esta escala.

Así, la disponibilidad natural por habitante en la Región Hidrológica Administrativa XIII, donde se localiza la ciudad de México, alcanza solo 164 m³/habitante, cuando a nivel internacional se considera que un volumen menor a 1,000 m³/habitante es inaceptable. La baja disponibilidad de agua per cápita se debe al constante crecimiento de la población, pues el indicador de disponibilidad natural del agua se ha mantenido constante en los últimos años.

Los indicadores que miden la calidad del agua muestran una situación aún más negativa, con niveles de contaminación considerada alta, de acuerdo con los estándares propuestos por la CONAGUA. En la literatura se encontraron diferentes propuestas para medir los distintos tipos de contaminantes y grados de contaminación. En el caso de la ciudad de México, es difícil saber cuáles podrían ser los parámetros aceptables, puesto que el tiempo y grado de perturbación en los ríos es muy grande, debido a que gran parte de

ellos son utilizados como receptores de aguas e incluso, han sido entubados y sirven totalmente como vías de transporte de las aguas negras, por lo cual. es indudable su mala calidad.

Podría ser aconsejable hacer una diferenciación entre los ríos que no son utilizados como receptores de aguas residuales y aquellos que se conservan en mejor estado, formando del ecosistema, sin embargo, se consideró pertinente reflejar precisamente la escasa atención hacia el mejoramiento de estas vías y ,por el contrario, mostrar la tendencia a acentuar la degradación de los ecosistemas. Regresando a la experiencia vista en la ciudad de Montreal como caso de comparación, mientras que en esta ciudad los indicadores de calidad del agua son constantemente monitoreados y ha llevado al mejoramiento y rehabilitación del río San Lorenzo, en la Ciudad de México la tendencia ha sido ignorar la continua degradación de los ríos.

Por ello se consideró pertinente no hacer una separación entre los diversos cuerpos de agua tal y como se da en las estadísticas del agua registradas por la CONAGUA, puesto que, originalmente, estos cuerpos eran ríos y resulta necesario evidenciar la degradación que han sufrido y el hecho de que no existen medidas que tiendan a recuperar estos ríos.

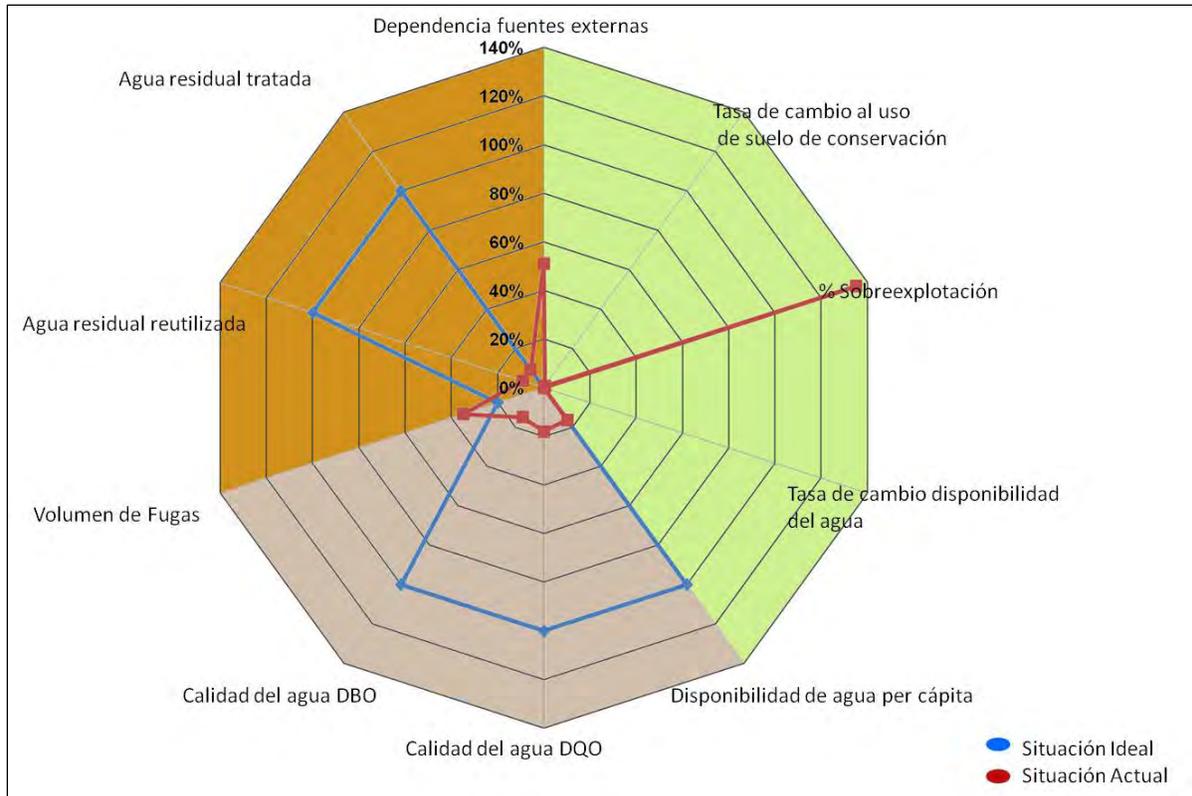
Los indicadores de **Presión** tienen una relación directa con los indicadores de **Estado**. y los elevados valores que muestran indican el alto grado de extracción del recurso. El indicador de dependencia de fuentes de agua externa, con un valor del más del 50%, revela el grado de escasez del recurso que, en combinación con el grado de sobreexplotación interna del recurso, que supera el 130% en la región hidrológica, evidencian claramente la fuerte presión ejercida sobre el recurso en términos de extracción de agua, lo cual implica una mayor vulnerabilidad de la población en el contexto de cambio climático.

El indicador de cambio en el uso de suelo, es el único que muestra una tendencia favorable, pero hay que tener en cuenta que, los mayores cambios en el uso de suelo se registraron décadas atrás, y que, viéndolo desde una perspectiva regional, los procesos de urbanización y cambio en el uso de suelo se están dando en los municipios que conforman a la periferia de la zona metropolitana.

El caso de los indicadores de **Respuesta**, es similar a los anteriores. Los indicadores relacionados con el tratamiento de aguas residuales representa solo el 9% del volumen total, y este mismo porcentaje se aplica para su reúso. Estos valores no han variado mucho desde hace veinte años. Asimismo, no fue posible calcular el indicador de volumen de fugas de agua, las estimaciones existentes no cuentan con fundamento ni han sido publicadas en reportes oficiales. Extraoficialmente se habla de un 35% de fugas lo cual está por encima del ideal en otras ciudades.

Una vez que los indicadores fueron calculados, se realizó la normalización de los mismos, con el fin de representar a los indicadores de Presión - Estado -Respuesta en conjunto (ver **Gráfica 5.1**) y mostrar la diferencia entre el estado actual y la situación “ideal” a alcanzar. En algunos casos la situación ideal es igual a valor “0”, por ejemplo en la dependencia de fuentes externas o en el grado de sobreexplotación del recurso; en tanto que en otros es igual a 100, como en el porcentaje de agua residual que recibe tratamiento.

En esta gráfica se muestran los valores tanto de los indicadores en la situación actual como bajo un esquema idealizado de la gestión del agua. Se observa una disparidad entre los valores actuales, que se encuentran alejados de lo se podría considerar una situación idónea. Las presiones antropogénicas ejercidas para alcanzar una cobertura eficiente de agua potable y alcantarillado en la población han sobrepasado los límites de recuperación natural, en tanto que las medidas encaminadas a amortiguar o disminuir los efectos de estas presiones han sido mínimos e insuficientes; de ahí que se observen valores muy bajos de disponibilidad y calidad de agua con respecto a la situación ideal.



Gráfica 5.1 Representación de indicadores de gestión del agua en la Ciudad de México (en escala de 0 a 100).

Por último, se generaron algunos mapas y gráficas que permiten visualizar la distribución de los valores de indicadores por delegación (como unidad administrativa de análisis dentro del DF) en los casos en que la información se encontró disponible a este nivel de agregación. A manera de ejemplo se presenta el mapa con los porcentajes de cobertura de alcantarillado en la ciudad (Véase **Figura 5.2**) y la calidad del agua potable (**Figura 5.3**)

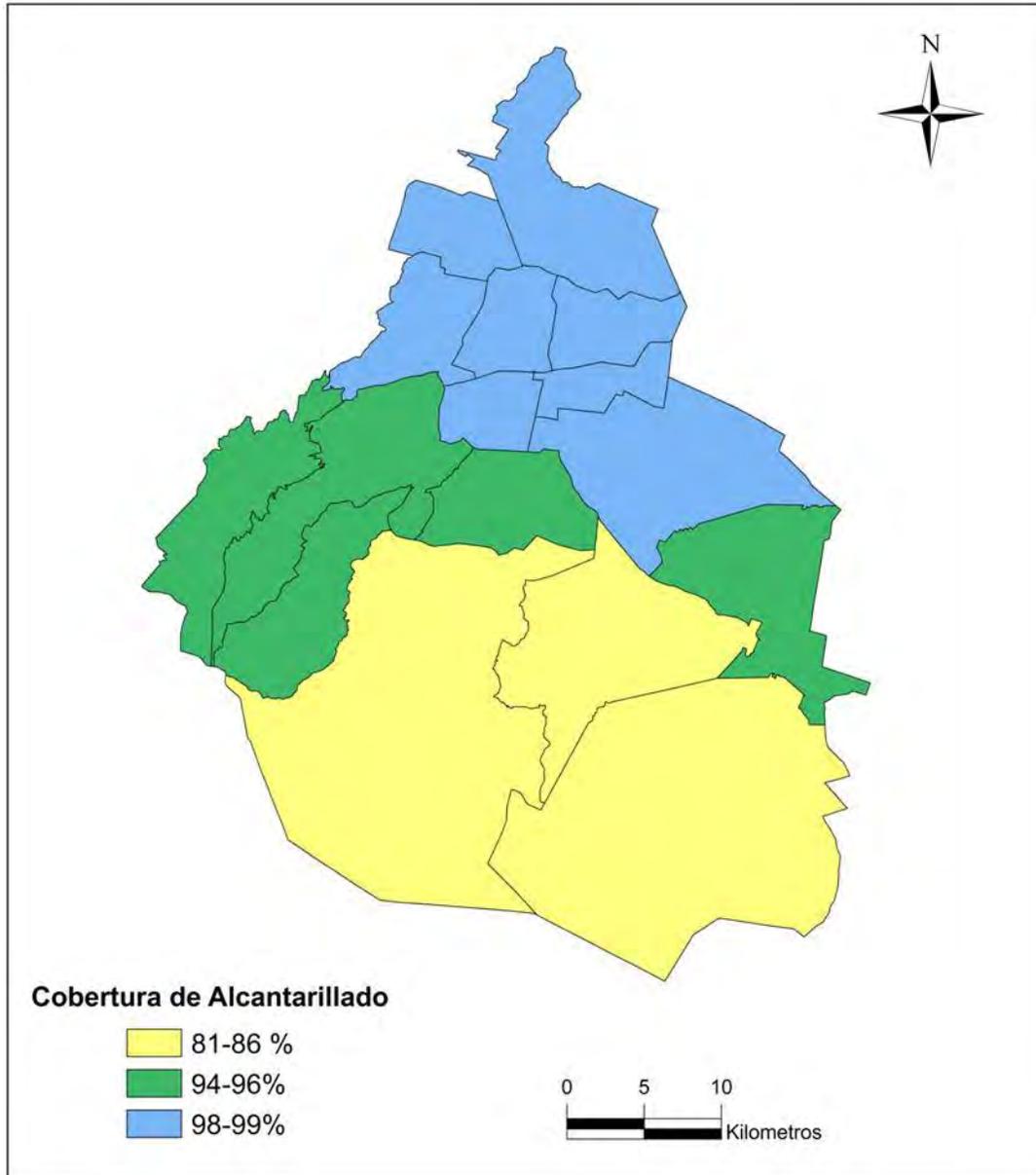


Figura 5.2 Distribución de los valores del indicador de cobertura de alcantarillado.

En la **Figura 5.2** se observa que la cobertura de alcantarillado en general es eficiente; tres delegaciones, ubicadas al sur de la ciudad cuentan con una cobertura de entre el 81 y 86%, cinco de ellas, del área central registran entre el 94 y el 96%; y las ocho

delegaciones del norte se encuentran entre el 98 y el 99% de las viviendas con cobertura de agua potable.

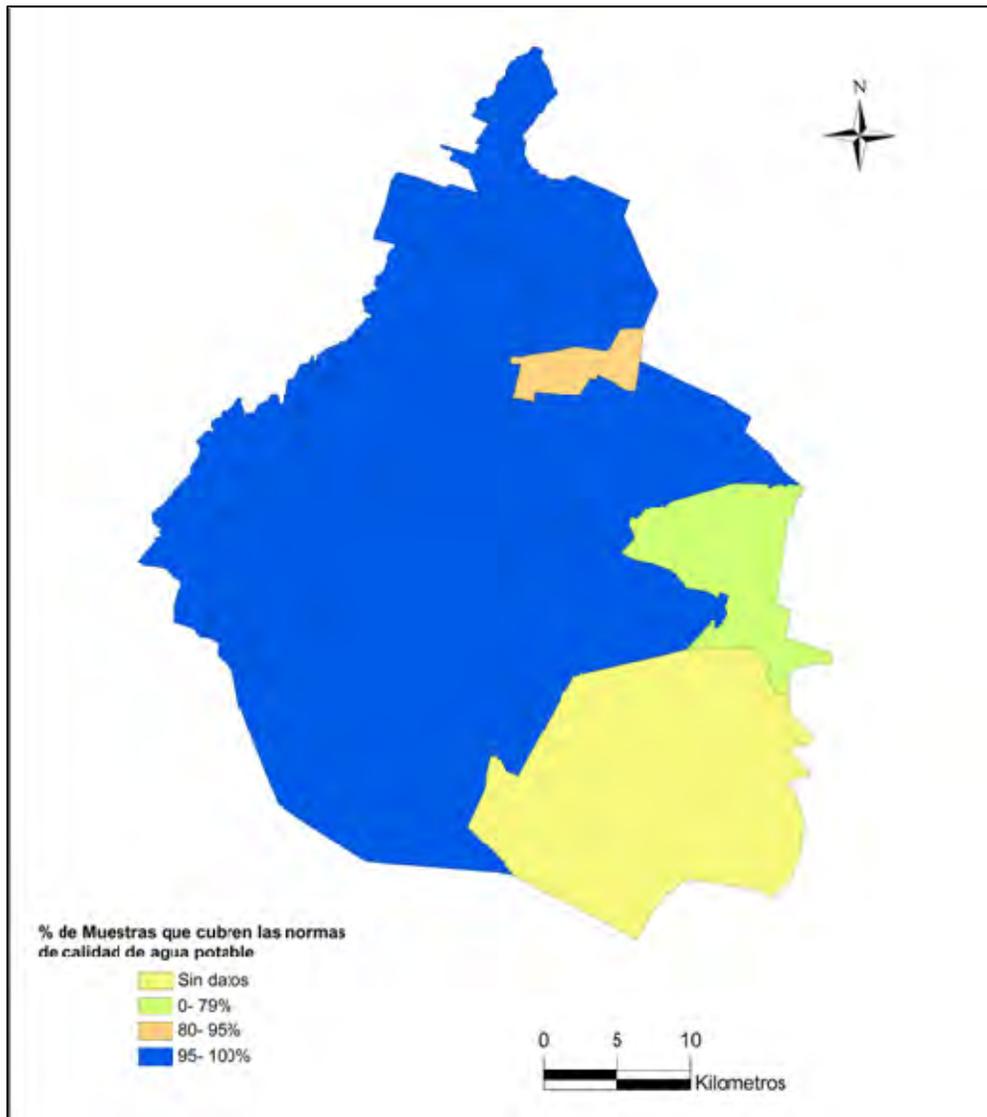


Figura 5.3 Distribución de los valores del indicador de calidad del agua potable.

En la **Figura 5.3** se muestra la distribución del indicador de calidad del agua potable con base en el promedio de cumplimiento entre siete de los cuarenta y seis parámetros, que las normas de salubridad mexicana establecen. En 12 de las 16 delegaciones se alcanza un cumplimiento de más del 96%, la delegación Iztacalco muestra un cumplimiento de entre el 81 y 95%, mientras que en Tláhuac el porcentaje es inferior al 80%, y para la delegación de Milpa Alta no hubo datos disponibles.

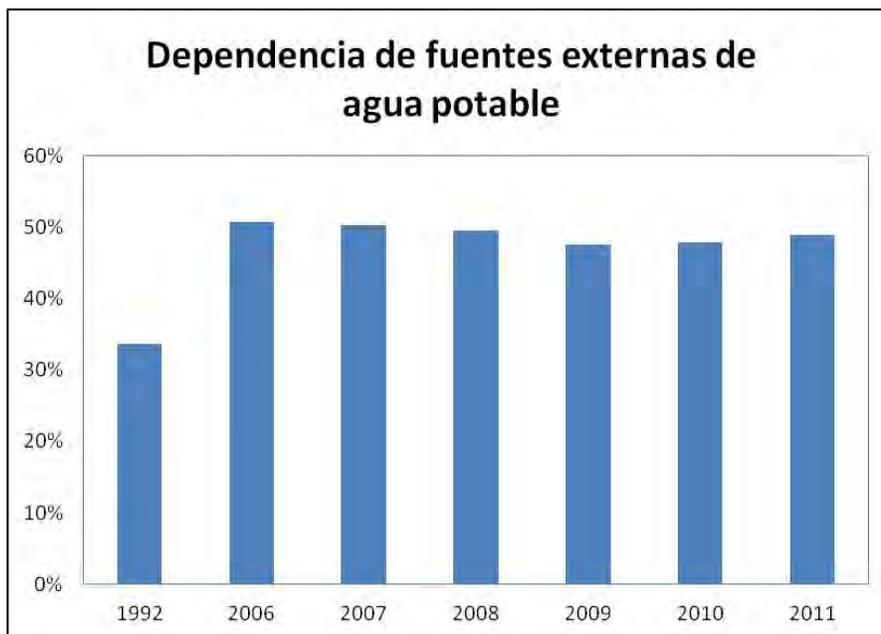
En otros casos resultó más apropiado representar los valores de los indicadores mediante gráficas de líneas y barras, pues los valores corresponden a datos temporales, como se aprecia en las gráficas 5.2 y 5.3. La primera muestra la evolución del grado de sobreexplotación en la región hidrológica XIII y de la cual se tienen datos de 2003 a 2011.

Se observa que el grado de sobreexplotación ha estado por arriba del 100% desde 2003 aumentando al 140 % en 2007 y, llegando a su punto máximo en el 2009.



Gráfica 5.2. Grado de sobreexplotación del agua en la región hidrológica 2003 a 2011. Fuente: elaboración propia con base en la CONAGUA 2003-2011.

La **gráfica 5.3** muestra la dependencia de fuentes externas de agua potable en el Distrito Federal. Desde la década de los noventa (1992) cuando excedió ligeramente el 30% aumentando a alrededor del 50% entre 2006 y 2011 en el segundo lustro del siglo XXI.



Gráfica 5.3 Dependencia de fuentes externas de agua potable en el Distrito Federal. Fuente: Elaboración propia con información de CONAGUA, 2006-2011.

Para otros indicadores sólo se contó con información relativa a un año o algún periodo específico, por lo que su representación gráfica o espacial no era relevante, y por ello no se les incluyó dentro del trabajo. En el desarrollo del marco de indicadores se observó una disponibilidad de información mucho mayor para los de Desempeño Operativo que para los de Estado, Presión o Respuesta (de política pública), esto se debe en parte a que los indicadores de desempeño se encuentran más difundidos, ejemplo de ello es el programa de indicadores de gestión de organismos operadores de agua llevado a cabo por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA.

Conclusiones

Los indicadores ambientales y de sustentabilidad han cobrado gran interés en las últimas décadas, por su utilidad como herramienta de evaluación en diversos procesos relacionados con el medio ambiente y el desarrollo, aunque, a escala local aún existe mucho trabajo por realizar, particularmente en la gestión integrada del agua los indicadores evidencian las preocupaciones de los tomadores de decisión y, que se necesita un cambio de paradigmas y la incorporación de los procesos de evaluación de las políticas públicas con base en los indicadores ambientales.

Fomentar esta transformación requiere cambios culturales profundos que van mucho más allá de las capacidades de los actores involucrados directamente en la gestión del agua, y requiere un conocimiento profundo del ecosistema y de la relación de éste con el ambiente antrópico. En ese sentido, tanto la gestión integrada del agua urbana como los indicadores representan procesos en evolución constante. Los indicadores propuestos constituyen un paso más en la búsqueda de la implementación práctica de los principios generales de la gestión integrada del agua urbana.

El marco de indicadores propuestos permite contar con elementos cuantificables y comparables, que indican el estado del recurso y los progresos o retrocesos en torno a la gestión del agua en la Ciudad de México. Representan una aportación que, dentro de un enfoque ecosistémico, integra tanto factores de desempeño operativo como del estado del recurso, las presiones ejercidas y las respuestas de la sociedad hacia el recurso. Asimismo, permiten establecer puntos críticos en el proceso de la gestión del agua, donde, por ejemplo, la tendencia observada en las políticas públicas se ha centrado en cubrir las necesidades de agua potable de la población, a costa de la sobreexplotación y contaminación.

El enfoque de causalidad Presión- Estado- Respuesta, utilizado aquí ser un marco adecuado cuando los datos disponibles o el conocimiento sobre el sistema a evaluar son limitados. Éste ha sido el caso de la Ciudad de México, no obstante, ha sido ampliamente documentada la complejidad del problema, derivada de los

múltiples actores involucrados, de las modificaciones al ecosistema, y de las escalas temporales y geográficas que intervienen aunado a la poca disponibilidad de datos básicos para medir parámetros dificultan la utilización de un marco conceptual más elaborado.

El marco de indicadores propuesto es sencillo y de fácil comprensión tanto para tomadores de decisión como para el público en general, aunque presenta limitaciones en términos de diferentes escalas territoriales, temporales y unidades de medida. Sólo para algunos indicadores fue posible establecer una meta a alcanzar, mientras que otros requieren una lectura con otros indicadores para poder obtener un juicio sobre la situación real del recurso. Por ejemplo, la disponibilidad de agua debe leerse en combinación con la calidad de agua. Varios de los indicadores existen en otras propuestas y cuentan con información para su cálculo, pero hay que aclarar que la mayoría de las propuestas revisadas se encontraban dispersas y poco articuladas. Se piensa que este trabajo ofrece un panorama completo en torno a la gestión del agua en una ciudad. Por otra parte se concluye que es posible su medición en otras ciudades, lo cual permitiría una comparación bajo diferentes contextos.

En términos de los resultados que arrojan los indicadores propuestos para el caso de la Ciudad de México, éstos no resultan sorprendentes. La preocupante situación de la gestión del recurso hídrico se encuentra bien documentada y es ampliamente conocida por todos. El aporte de este trabajo consiste en determinar y medir, con la información disponible, el estado de la gestión del agua, así como delimitar los progresos y retrocesos logrados en la materia.

CONCLUSIONES FINALES

En el presente siglo la humanidad presenta una urbanización que ha llevado a más de la mitad de su población a habitar en ciudades. Los cambios en el medio ambiente producto de la acelerada y constante evolución tecnológica del último siglo, han expuesto al ser humano ante numerosos retos en materia ambiental y social. El agua es uno de los elementos naturales que ha sufrido gran deterioro, el cual evidencia una disminución de la disponibilidad del recurso en términos de calidad y cantidad adecuados para el desarrollo del ser humano y de los ecosistemas.

La complejidad de los problemas representa un reto de proporciones mayúsculas que ha generado la necesidad de realizar cambios profundos en los paradigmas de gestión existentes. Los principios de la Gestión Integrada del Agua Urbana están encaminados hacia la incorporación de elementos naturales dentro de los elementos estructurales de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado que buscan minimizar los impactos en los ecosistemas bajo una visión de abajo hacia arriba, donde los actores locales jueguen un papel importante en la toma de decisiones.

En México los desafíos para satisfacer las necesidades de agua potable en las ciudades, y particularmente en la Ciudad de México, se relacionan con los crecientes conflictos sociales, lo cual ha obligado a replantear las políticas hídricas, sin embargo, el avance en la implementación de nuevas prácticas en la gestión del agua ha sido muy lento. Uno de los factores que propicia la resistencia al cambio y limita a los actores es la falta de herramientas prácticas que les permitan monitorear y evaluar el proceso de la implementación de los planes y acciones de políticas públicas.

Los indicadores de gestión del agua han demostrado ser un instrumento valioso en la evaluación de los procesos de las políticas públicas relacionadas con este recurso. En el diseño de los indicadores es preciso contar con una visión sistémica que permita establecer claras relaciones causales entre las medidas adoptadas en un ciclo de gestión del medio ambiente y el cambio resultante, considerando la influencia de otros factores no relacionados, así como los retrasos entre las acciones de gestión y sus resultados. Incluso en este trabajo se encontró que resulta más adecuado tomar en cuenta las características específicas del sistema, de tal forma que se adecue a las necesidades de los actores involucrados, quienes serán los usuarios de los sistemas de indicadores. Por ejemplo Canadá, un país que ha tenido grandes avances en esta materia, también tiene problemas con los indicadores a escala local. Las experiencias revisadas demuestran que los indicadores con mejores posibilidades de desarrollo y uso son aquéllos diseñados para problemáticas específicas, donde los actores involucrados forman parte del proceso de evaluación y monitoreo.

El caso de estudio de la ciudad de México es un ejemplo emblemático de la multiplicidad de actores involucrados a diferentes niveles, en donde se observa que el recurso involucra escalas geográficas locales y regionales, así como temporalidades muy amplias que fluctúan de meses a años. Estas variaciones deben tomarse en cuenta a la hora de analizar el conjunto de indicadores medidos que se relacionan con la gestión del agua.

Finalmente se debe puntualizar que tanto la gestión del agua urbana como el diseño, uso y evaluación de los indicadores son procesos que se encuentran en evolución. La utilidad de los indicadores depende, en última instancia, del uso que le den los actores involucrados a éstos. Este representa quizá el mayor de los retos en el diseño de indicadores; en la medida en que los tomadores de decisiones se apropien de la información utilizándola, se identificarán las limitaciones y ventajas de cada indicador, lo cual en el futuro, permitirá su rediseño y mejora.

El marco de indicadores propuesto permite contar con elementos cuantificables y comparables, que indican el estado del recurso y los progresos o retrocesos en torno a la gestión del agua en la Ciudad de México. Representan una aportación que, dentro de un enfoque ecosistémico, integra tanto factores de desempeño operativo como del estado del recurso, las presiones ejercidas y las respuestas de la sociedad hacia el recurso. Sintetiza en un grupo de indicadores información proveniente de diferentes instancias, que, difícilmente pueden ser reunidas en un solo documento. Asimismo, demuestra ser una herramienta que orienta las acciones de política pública y permite identificar los puntos críticos en el proceso de la gestión del agua, lo cual requiere el compromiso de las instituciones involucradas en la generación y sistematización de los datos.

Como se mencionó anteriormente, el mayor reto en el futuro corresponde a lograr subsanar la escasez de datos base para el cálculo, la falta de redes de monitoreo y la accesibilidad a los datos. La falta de una política consistente relacionada con la obtención de datos representa la mayor restricción en el desarrollo de indicadores. Durante el tiempo en que se desarrolló esta investigación se observó un creciente interés y uso de indicadores de gestión del agua urbana por parte de los organismos operadores de agua potable, así como de las autoridades relacionadas con la gestión del agua. Los especialistas del agua reconocen la utilidad de los indicadores como herramientas de gestión, aunque también subrayan la necesidad de contar con mayores presupuestos para la medición de diferentes parámetros que son la base para el cálculo en los indicadores.

El mayor obstáculo en el desarrollo de indicadores lo representa la escasez de datos base para el cálculo, la falta de redes de monitoreo y la accesibilidad a los datos. La falta de una política consistente relacionada con la obtención de datos representa la mayor restricción en el desarrollo de indicadores.

Bibliografía

Aboites, L. (1998), *El agua de la Nación Una Historia Política de México (1888-1946)*. CIESAS, México.

Aboites, L. (2004), *De bastión a amenaza. Agua, políticas públicas y cambio institucional en México, 1947-2001*, en Graizbord B. y Arroyo J. (Coords.), *El futuro del agua en México*, El Colegio de México, Universidad de Guadalajara, Profimex, Casa Juan Pablos, México, pp. 89-113.

Aboites, L. (2009), *La decadencia del agua de la nación: estudio sobre desigualdad social y cambio político en México, segunda mitad del siglo XX*. 1ª Edición. El Colegio de México, Centro de Estudios Históricos, México.

Aboites, L. y Estrada, V. (2004), *Del agua municipal al Agua Nacional: Material para una Historia de los Municipios en México, 1901- 1945*. CIESAS, CONAGUA, El Colegio de México, México.

Aguilar, A. y López, F. (2009), Water Insecurity among the Urban Poor in the Peri-urban Zone of Xochimilco, Mexico City. *Journal of Latin American Geography* 8(2): 97-123.

Alegre, H., Cabrera, E. y Merkel, W. (2008), Current challenges in performance assessment of water services, *Water Utility Management International* 3(3): 6-7.

Alegre, H., Melo, B. y Cabrera, E. (2006), *Performance Indicators for Water Supply Services Second Edition*. IWA Publishing, England.

Andrade, A. (2004), *Lineamientos para la aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión integral del recurso hídrico*. PNUMA, México.

Bakker, K. (Ed.) (2007), *Eau Canada: The Future of Canada's Water*. UBC Press, Vancouver, BC.

Barkin, D. (2005), *The contradictions of urban water management in Mexico*. *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* (en línea) Serie 2 septiembre. Disponible en: <http://vertigo.revues.org/1881>

Barkin, D. y Klooster, D. (2006), *Estrategia de la Gestión del Agua Urbana en México: un análisis de su evolución y las limitaciones del debate para su privatización*. En: Barkin D. (coord). "La gestión del agua urbana en México, retos, debates y bienestar". Universidad de Guadalajara, México.

Bertrand-Krajewski, J.L, Barraud S. y Chocat, B. (2000), Need for improved methodologies and measurements for sustainable management of urban water system. *Environmental Impact Assessment Review* 20: 323–331.

Birrichaga, D. (1998), *Las empresas de agua potable en México (1887-1930)*, en B. E. Suárez Cortez (coord.) "Historia de los usos del agua en México. Oligarquías, empresas y ayuntamientos (1840- 1940)". CNA/CIESAS/IMTA, México.

Bloomfield, L.M. y Fitzgerald G.F. (1958), *Boundary Water Problems of Canada and the United States*. Carswell, Toronto.

Bossel, H. (1999), *Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications*. International Institute for Sustainable Development: Winnipeg, Manitoba, Canada.

- Boyd, D.R., (2003), *Unnatural Law. Rethinking Canadian Environmental Law and Policy*. UBC Press. The University of Columbia, Columbia.
- Brand, U. y Gorg, C. (2003), *¿Globalización sustentable?* No. 15. IIEC, Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México, México. Disponible en: <http://www33.brinkster.com/revistachiapas/chiapas-pres.html>
- Brown, R. y Farrelly, M. (2008), *Sustainable Urban Stormwater Management in Australia: Professional Perceptions on Institutional Drivers and Barriers*. In: Proceedings of the 11th International Conference on Urban Drainage, 31 August – 5 September 2008, Edinburgh, Scotland, UK, CD-ROM.
- Brown, R., Keath, N. y Wong, T.H.F. (2009), Urban Water Management in cities: historical, current and future regimes. *Water Science & Technology* 59(5): 847-855.
- Brun, A., y Laserre, B. (2010), *Les politiques Territoriales de l'eau au Québec (Canada)*. Développement Durable et Territoires. En: Dossier 6 Les territoires de l'eau, publicado 01 de octubre 2010. Disponible en: <http://developpementdurable.revues.org/2762>
- Cabrera, L. (1972), *Obras Completas. Obra Jurídica*. Tomo I. Editorial Oasis, México.
- Carson, R. (1962), *Silent Spring*. Houghton Mifflin Company, MA.
- Chandler, M. (1985), The resource amendment and the Political Economy of Canadian Federalism. *Osgood Hall Law Journal* 23: 253-74.
- Collado, J. (2008), *Entorno de la provisión de los servicios públicos de agua potable en México*. En: Olivares R., Sandoval R. (eds) "El agua potable en México". Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento. A.C., México.
- Commoner, B. (1966), *Science and Survival*. Vilking Press, New York.
- CONAGUA (2002), *Programa Hidráulico Integral del Estado de México*. CONAGUA, México
- CONAGUA (2003), *Estadísticas del Agua en México. Edición 2003*. CONAGUA, México.
- CONAGUA, (2004), *El agua en el Valle de México, presente y futuro. Sistema Cutzamala*. Comisión Nacional del Agua, México.
- CONAGUA (2005), *Sistema Cutzamala. Agua para millones de mexicanos* Gerencia Regional de Aguas del Valle de México y Sistema Cutzamala. México, CONAGUA.
- CONAGUA (2006a), *El agua en México*. CONAGUA, México.
- CONAGUA (2006b), *Programa de Modernización del Manejo del Agua. Información para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos*. Ponencia presentada en el IV Foro Mundial del Agua. CONAGUA, México.
- CONAGUA (2007a), *Estadísticas del Agua en México. Edición 2007*. CONAGUA, México.
- CONAGUA (2007b), *Estadísticas del agua 2007 de la Región XIII. Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México*. CONAGUA, México.
- CONAGUA (2007c), *Plan de Acción Inmediata. Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México*. CONAGUA, México.
- CONAGUA, (2008a), *Programa Nacional Hídrico 2007-2012*. 1^a. Edición CONAGUA, México.

- CONAGUA (2008b), *Estadísticas del agua en México, Edición 2008*. CONAGUA-SEMARNAT, México.
- CONAGUA (2009), *Estadísticas del Agua de la Región Hidrológico-Administrativa XIII, Aguas del Valle de México*. CONAGUA, México.
- CONAGUA (2010a), *Compendio del Agua Región Hidrológica Administrativa XIII Edición 2010. Lo que se debe saber del Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México*. CONAGUA, México.
- CONAGUA (2010b), *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Edición 2010*. CONAGUA, México.
- CONAGUA (2011a), *Estadísticas del Agua en México. Edición 2011*. CONAGUA, México.
- CONAGUA (2011b), *Programa para la Modernización de Organismos Operadores de Agua. PROMAGUA*. CONAGUA, México.
- CONAPO (1998), *Escenarios demográficos y urbanos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México 1990-2010. Síntesis*. CONAPO, México.
- Consejo Consultivo del Agua (CCA) (2010), *La Gestión del Agua en las Ciudades de México. Indicadores de Desempeño de Organismos Operadores en México*. CCA, México.
- Corona, C.L. (2010), *El trasvase de agua a la ZMVM desde la Cuenca Cutzamala. Centralización y Rezago Regional*. Primer Congreso Red de Investigadores Sociales sobre Agua, México.
- Cosgrove, B. y Rijsberman, F.R. (2000), *World Water Vision: Making Water Everybody's Business*. World Water Council, Earthscan Publications Ltd., London.
- Cotler, H. (comp.) (2004), *El manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental*. – SEMARNAT, México.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2012) *Línea Base de Indicadores. Estrategia para el fortalecimiento estadístico Territorial*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE. Colombia.
- Dagenais, M. (2011), *Montreal et l'eau: une histoire environnementale*. Les Éditions du Boréal, Montréal, Canada.
- Dagenais, M., y Poitras C., (2007), Une ressource abondante et inépuisable? Urbanisation et gestion de l'eau dans le Montréal métropolitain aux XIXe et XXe siècles. *Histoire urbaine* 1 (18): 97-123.
- Déleage, J. P. (2000), *L'environnement au vingtième siècle*. DEA Environnement de Temps et Espace. Université d'Orleans. France..
- Desa, M.N. (2006), *Integrated urban water management and modeling approach: an overview*. National Conference, Water for Sustainable Development Towards a Developed Nation by 2020. HTC, Malasia. Disponible en: <http://jps.sealngor.gov.my/NC/Integrated%20Urban%20Water%20Management.pdf>
- Deschamps, G., S. Primeau, R., Mallet, J., Lafleur, P. y C. Tremblay (2001), *La qualité des eaux autour de l'île de Montréal 1973-2000. Porte ouverte aux usages*. Service de l'environnement de la Communauté urbaine de Montréal et Ministère de l'environnement du Montréal, Québec.

- DGCOH (1994), *Sistema hidráulico del Distrito Federal: Cronología*. Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, México.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). *Ley de Aguas Nacionales*. GF, México, 29 de abril de 2004.
- Domínguez, R. (2000), Las Inundaciones en la Ciudad de México. Problemática y Alternativas de Solución. *Revista Digital Universitaria 1(2)*. Disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.1/num2/proyec1/>
- Dourojeanni, A. (1994), *Políticas Públicas para el Desarrollo Sustentable: La gestión integrada de Cuencas*. CEPAL, Mérida, Venezuela.
- Dourojeanni A., Jouravlev, A. y Chavez G. (2002), *Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica*. CEPAL, Santiago de Chile.
- Dunn G. y Bakker, K. (2010), *Fresh water-related Indicators in Canada: An inventory and analysis*. Working Paper: manuscript submitted to Canadian Water Resources Journal (CWRJ) on 20th January 2010, Canada.
- EEA (2005), *The European Environment- State and Outlook 2005*. European Environmental Agency, Copenhagen.
- Ehrlich, P. (1968), *The Population Bomb*. Ballantine Books, New York, USA.
- Environment Canada (1996), *The State of Canada's Environment*. Environment Canada, Canada.
- Environment Canada (2001), *Urban Water: Municipal Water use and Wastewater Treatment*. SOE Bulletin No. 2001-1, Canada.
- Environment Canada (2003a), *Water and Canada: Preserving a legacy for people and the environment*. Environment Canada, Ottawa, Canada.
- Environment Canada (2003b), *Environmental signals: Canada's national environmental indicator series 2003*. Environment Canada, Canada. Disponible en: http://www.ec.gc.ca/soer-ree/English/Indicator_series/default.cfm#pic
- Environment Canada (2010), *2010 Municipal Water Use Report Municipal Water Use*. Statistics Canada, Canada.
- Environment Canada (Sin fecha), *Federal Water Policy*. Environment Canada, Canada. Disponible en: <http://www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=en&n=D11549FA-1> (Consultado noviembre 2010).
- Ezcurra, E. y Mazari, M. (1996), Are Megacities Viable? A Cautionary Tale from Mexico City. *Environment* 38(1): 6-35.
- Gaceta del Gobierno del Estado de México. *Ley del Agua del Estado de México*. GEM, México, 10 de marzo de 1999.
- Gallopin, J.C. (1997), *Indicators and their use: Information for decision making*. In: Moldan B., Billharz S. and Matraers, R. (eds.) "Sustainable Indicators. A report on the project on indicators of sustainable development". John Riley & Sons, Chichester, England.

Gangbazo, G. (2004), *Élaboration d'un plan directeur de l'eau : guide à l'intention des organis-mes de bassins versants*, Québec, Ministère de l'Environnement, Direction des politiques de l'eau, Envirodoq no ENV/2004/0258. Disponible en:

<http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/plan-dir.pdf>.

García, R. (2006), *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Gedisa, Barcelona España.

Garza, G. (2000), *Ámbitos de expansión territorial*. En: Garza G. (coord.) "La ciudad de México en el fin del segundo milenio". El Colegio de México, Gobierno del Distrito Federal, México.

Garza, G. y Damian, A. (1991), *Ciudad de México: etapas de crecimiento, infraestructura y equipamiento.*, En: M. Schteingart (coord.) "Espacio y vivienda en la ciudad de México". El Colegio de México, México.

Gauthier, B. (2003), *Recherche sociale. de la problematique a la collecte des donnes*. Presses de l'Université de Québec. 4eme édition.

Gleick, P. (ed.) (1993), *Water in Crisis, A guide to the World's Fresh Water Resources*. Oxford University Press, USA.

Gleik, P. (2003), Water use. *Annual Review Environmental Resources* 28: 275–314.

Goubert, J.P. (1989), *The Conquest of Water. The Advent of Health in the Industrial Age*. Princeton University Press, Nueva Jersey.

Government of Canada (1987), *Federal Water Policy*. Environment Canada. Ottawa, Canada.

Graizbord, B. y Salazar, H. (1988), *Expansión física de la Ciudad de México*. En: El Colegio de Mexico "Atlas de la Ciudad de México". Ed. Plaza y Valdés, México.

Guerrero, E., De Keizer, O. y Córdoba, R. (2006), *La Aplicación del Enfoque Ecosistémico en la Gestión de los Recursos Hídricos*. UICN, Quito, Ecuador.

Gutiérrez, M.T., González, J. y Zamorano, J.J. (2005), *La Cuenca de México y sus cambios demográfico-espaciales*. UNAM, Instituto de Geografía, México.

GWP y TAC (2000), *Manejo integrado de recursos hídricos*. Global Water Partnership, Estocolmo Suecia.

Hammond, A., Adriaanse, A., Rodenburg, E. et al (1995), *Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development*. World Resources Institute, Washington, D.C. USA.

Hardy, M.J., Kuczera, G. y Coobes, P.J. (2005), Integrated urban water cycle management: the urban water cycle model. *Water Science & Technology* 52(9): 1-9.

Hartje, V., Klaphake, A. y Schliep, R. (2003), *The International Debate on the Ecosystem Approach a Critical Review. International Actors. Obstacles and Challenges*. German Federal Agency for Nature Conservation (Bundesamtes für Naturschutz), Bonn.

Heinmiller B.T., Johns, C. y Sproule-Jones M. (2008), "Institutions and Water Governance in Canada". in Canada" Mark Sproule-Jones, Carolyn Johns and Tim Heinmiller (Eds)

Canadian Water Politics: Conflicts and Institutions. McGill-Queen's University Press, Canada.

Heinz, I., Pulido-Velázquez, M., Lund, J.R *et al.* (2007). Hydro-economical modeling in river basin management: Implications and applications for the European water framework directive. *Water Resources Management* 21: 1103-1125.

Hjorth, P. y Bagheri, A. (2006), Navigating towards sustainable development: A system dynamics approach. *Futures* 38: 74-92.

IBNET (2004), *IBNET Indicator Definitions*. IBNET en:

http://www.ib-net.org/en/texts.php?folder_id=117&mat_id=97&L=1&S=3&ss=4

IBNET (sin fecha), Sitio Internet: <http://www.ib-net.org/> (consultado el 30 de noviembre de 2010).

IISD (1999), *Beyond Delusion: A Science and Policy Dialogue on Designing Effective Indicators for Sustainable Development*. Informe del Seminario. IISD, Winnipeg, Manitoba Canada.

IISD (2010), *Compendium of Sustainable Development Indicator Initiatives*. IISD, Winnipeg, Manitoba Canada. Disponible en: <http://www.iisd.org/measure/compendium/>

INEGI (2003), *Estadísticas del medio ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana*. INEGI, México, CD.

Iracheta, A. (2009), *Políticas públicas para gobernar las metrópolis mexicanas*. Editorial Porrúa, México. 300p

ISO 14040 (1997), *Environmental management—life cycle assessment— principles and framework*. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO 14042 (2000), *Environmental management—life cycle assessment, life cycle impact assessment*. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

Jiménez, B. (2007), Información y Calidad del Agua. *Revista Trayectorias* 24(IX): 45-56.

Jiménez, B., Gutiérrez, R., Marañón, B. y González, A. (2011), *Evaluación de la política de acceso al agua potable en el Distrito Federal*. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 288p.

Johns C. y Rasmussen, K. (2008), *Institutions for Water Resource Conflict and Management in Canada*. In: M. Sproule-Jones, C. Johns and T. Heinmiller (Eds) "Canadian Water Politics: Conflicts and Institutions" (Montreal/Kingston: McGill-Queen's University Press, Canada.

Kallis, G. y Coccosis, H. (2000), *Metropolitan areas and sustainable use of water - Indicators for urban water use*. Commission of the European Communities, Environment and Climate RTD Programme, Athens.

Keath, N. y Brown, R. (2008), *Are Extreme Events a Crisis or Catalyst for Sustainable Urban Water Management? The Case of two Australian Cities* In: Proceedings of the 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, CD-ROM.

Lavaux, S. (2008), Gestión del agua y ordenamiento territorial en Canadá: un estudio de caso, la gestión integral de las aguas internacionales compartidas - unas pistas para Colombia. *Revista Perspectivas Colombo-Canadienses* 1: 128-152.

- León, C. (2006), *Indicadores ambientales y retos conceptuales para operar políticas públicas*. En: Pisanty, I y Caso, M. (comp.). “Especies, espacios y riesgos. Monitoreo para la conservación de la biodiversidad”. INE, México .
- Lorenz, C.M. (1999), *Indicators for Sustainable Management of Rivers*. Tesis doctoral ,Universidad de Amsterdam.
- Lundin, M. y Morrison, G. (2002), Life cycle assessment based procedure for development of environmental sustainability indicators for urban water systems. *Urban Water* -4(2): 145 – 152.
- Marsalek, J., B. Jimenez-Cisneros, M. Karamouz, P.-A. Malmqvist, J. Goldenfum y B. Chocat. (2008),. *Urban water cycle processes and interactions*. Taylor and Francis, Leiden; and UNESCO Publishing, Paris.
- Martinez, M. (2006), *Gestión del Agua Urbana en la Segunda Mitad del Siglo XX. Esquemas Institucionales, actores y agentes sociales: 1950-2004*. En: Barkin D. (coord.) “La gestión del agua urbana en México: Retos, debates y bienestar”. Universidad de Guadalajara, México.
- Martínez, M. (2009), *Políticas y gestión del agua urbana en México. Tendencias y alcances en la segunda mitad del siglo XX*. Simposio sobre El acceso al agua en América: historia, actualidad y perspectivas, 53 Congreso Internacional de Americanistas, México.
- Matés, J.M. (1999), *La conquista del agua. Historia económica del abastecimiento urbano*. Universidad de Jaén, España.
- Mayer, A. (2008), Strengths and weaknesses of common sustainability indices for multidimensional systems. *Environment International* 34: 277–291.
- Meadows, D. (1998), “Indicators and Information Systems for Sustainable Development” En *A report to the Balaton group*. Hartland Four Corners, IISD. Winnipeg, Manitoba, Canada.
- MENV (Ministère de l’Environnement Québec) (2002), *Water.Our Life Our Future.Québec Water Policy*. MENV, Canada.
- MENV (Ministère de l’Environnement Québec) (2004), *Gestion Intégrée de l’eau par Bassin Versant au Québec: Cadre de référence pour les Organismes de Bassins Versants Prioritaires*. MENV. Quebec, Canada.
- Meyer, M. (1997), *El agua en el Suroeste hispánico. Una historia social y legal 1550-1850*. CIESAS-IMTA, México.
- Mitchell, V. (2006), Applying integrated urban water management concepts: a review of Australian experience. *Environmental Management* 37(5): 589-605.
- Morrison, C. (2008), *Creating a “waterways city” by addressing municipal commitment and capacity: The story of Melbourne continues*. In: Proceedings of the 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, CD-ROM.
- Morrone, M. y Hawley, M. (1998), Improving environmental indicators through involvement of experts, stakeholders, and the public. *Ohio Journal of Science* 98 (3):52–58.

- National Round Table on the Environment and the Economy (NRTEE) (2010), *Changing Currents: Water Sustainability and the Future of Canada's Natural Resource Sectors*. NRTEE, Ottawa.
- National Round Table on the Environment and the Economy. (2003), *The state of debate. Environment and Sustainable Indicators for Canada*. NRTEE, Ottawa, Canada.
- National Water Commission (2010), *National Performance Report 2008–2009: urban water utilities*, National Water Commission, Canberra, Australia.
- Niemczynowicz, J. (1999), Urban hydrology and water management: present and future challenges. *Urban Water* 1: 1–14.
- Nowlan, L. y Bakker, K (2007), *Delegating Water Governance: Issue and Challenges in the British Columbia Context* Report for BC Water Governance Project prepared by UBC Program on Water Governance, Canada.
- OECD (1998), *Towards Sustainable Development: Environmental Indicators*, Paris.
- OECD (2000), *Economic Survey of Canada*. OECD, Paris.
- OECD (2003), *OECD Environmental Indicators Development, measurement and use. Reference paper*. OECD, Paris.
- OIEAU (2006), *México - CONAGUA: El Sistema Nacional de Información sobre el Agua (SINA) y los Sistemas Regionales de Información sobre el Agua (SIRA)*. OIEAU, France. Disponible en: http://www.oieau.fr/IMG/article_PDF/article_1776.pdf mayo 2011.
- Olivares, R. (2010), *Sistemas de información de agua potable y saneamiento: reflexiones en torno a un seminario de análisis*. ANEAS, México. Disponible en: <http://www.aneas.com.mx/contenido/SistInfAPyS.pdf>
- ONU, WWAP (2003), *1er Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo: Agua para todos, agua para la vida*. UNESCO y Berghahn Books, París, Nueva York y Oxford.
- Ortega, J. (2007), *El ambiente y el desarrollo rural*. Colección Legislación para el desarrollo rural. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. Cámara de Diputados, LX Legislatura Congreso de la Unión, México.
- Ortíz, G.A. (2008), *Evolución y perspectivas del marco jurídico del agua en México: nuevos retos y oportunidades para la gestión integrada del recurso hídrico*. En: Rabasa, E. y Arriaga, C. (coord.) “Agua: Aspectos Constitucionales”. Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM. Serie Doctrina Jurídica, Num. 456, México.
- Owen, J. (1988), *Interjurisdictional issues in Canadian Water Management*. The Canadian Institute of Resources Law. Faculty of Law The University of Calgary, Canada.
- Parris, T. y Kates, R., (2003), *Characterizing and measuring Sustainable development*. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 28: 559–586.
- Percy, D. (1988), *The framework of water rights legislation in Canada*. The Canadian Institute of Resources Law. Faculty of Law The University of Calgary, Canada.
- Perevochtchikova M. y Martínez S. E. (2009). *Integrated urban water management: concepts, tools and applications*. En Karlin L.N. and Shelutko V.A. (ed.) “Ecology and

hydrometeorology in the big cities and industrial zones (Russia-Mexico)", Volumen III. RSHU, Russia, pp. 98-118.

Perevochtchikova, M. y J., Arellano. (2008). *Gestión de Cuencas Hidrográficas: experiencias y desafíos en México y Rusia*. Revista Latinoamericana de Recursos Naturales 4(3): 313-325.

Perló M. y González A.E. (2009) *¿Guerra por el Agua en el Valle de México? Estudios sobre las relaciones hidráulicas entre el Distrito Federal y el Estado de México*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Pierri, N. (2005), *Historia del Concepto del Desarrollo Sustentable*. En: N. P. Guillermo Foladori, "¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable". Miguel Angel Porrua, Universidad Autónoma de Zacatecas, México, pp. 27-82.

Pineda, N. (2002), La política urbana de agua potable en México: del centralismo y los subsidios a la municipalización, la autosuficiencia y la privatización. *Región y Sociedad* 14(24): 41-69.

Pineda, N. y Salazar A. (2008), *De las Juntas Federales a las empresas de agua: la evolución institucional de los servicios de agua en México 1948- 2008*. En Olivares R. y Sandoval R. (eds) "El agua potable en México". Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento. A.C. México.

Pinkham, R. (1999), *21st century water systems: Scenarios visions and drivers*. Rocky Mountain Institute. Colorado, USA. Disponible en:

http://www.rmi.org/images/other/Water/W99-21_21CentWatrSys.pdf

Pinter, L., Hardi, P. y Bartelmus, P. (2005), *Sustainable Development Indicators: Proposals for the Way Forward*. International Institute for Sustainable Development, Winipeg, Canada,

PNUD (2007), *Indicators of sustainable development: guidelines and methodologies 3a Edición*. United Nations Publications, New York USA..

PNUMA, CDB (2004), *Decisiones adoptadas por la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica en su Séptima Reunión* en Kuala Lumpur Malasya.

Policy Research Initiative (2007), *Canadian Water Sustainability Index (CWSI) Project Report* Ottawa: Government of Canada, Canada.

Postel, S. (1992), *Last Oasis. Facing Water Scarcity*. World watch environmental Alert Series. W.W. Norton & Company, USA.

Quiroga, R.M. (2001), *Indicadores de sostenibilidad ambiental y desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas*. CEPAL- Serie Manuales, No. 16. Chile.

REGROUPEMENT DES ORGANISATIONS DE BASSIN VERSANT DU QUÉBEC – ROBVQ (2004), *L'élaboration du plan directeur de l'eau à l'échelle du bassin versant : recueil d'informations pratiques*, 22 p.

Rodríguez, C. y Flores, A., (2009), *El sistema Nacional de Indicadores Ambientales SNIA*. En: López, J. y Rodríguez, M.L (coord.) "Desarrollo de Indicadores Ambientales y de sustentabilidad en México". Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

- Rodríguez, E. (2008), *Agua y Saneamiento en México : avances, errores y alternativas*. En: Olivares R., Sandoval R. (eds) “El agua potable en México”. Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento. A.C., México.
- Romero, P. (2006), *México, D.F. ¿Hacia una Gestión Sustentable del Agua?* En: Barkin D. (coord) “La gestión del agua urbana en México, retos, debates y bienestar”. Universidad de Guadalajara, México.
- SACM (2005), *Programa de Gestión Integral del Recurso Hídrico del Distrito Federal 2004-2009*. SACM, México.
- SACM (2012), *Programa de Gestión Integral de los Recursos Hídricos, Visión 20 Años*. SACM, México, D.F.
- Sánchez, G. (1996), *El crecimiento urbano del Distrito Federal (Ciudad de México) y su legislación urbanística*. Boletín Mexicano de Derecho Comparado. 83:283- 302
- Sánchez, M. (2002), *El eslabón Perdido: La Administración local del Agua en México*. En Avila P. (eds) “Agua, Cultura y Sociedad en México”. El Colegio de Michoacan, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México.
- Sánchez, M. (2009), *De la tradición a la modernidad. Cambios técnicos y tecnológicos en los usos del agua*. En: “Semblanza Histórica del Agua en México” México, CONAGUA.
- Sasseville, J.L. y Y. Maranda, (2000), L'administration publique de l'eau par bassin versant, *Vecteur Environnemental* 33(5): 32-42.
- Seager, J. (2001), Perspectives and limitations of indicators on water management. *Regional Environmental Change* .2:85-92.
- SEDESOL, CONAPO e INEGI (2007), *Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México 2005*. Secretaría de Desarrollo Social, Consejo Nacional de Población e Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, México.
- Shah, R. (2004), *Assessment of Sustainability Indicators (ASI) A SCOPE/UNEP/IHDP /EEA Project*. CSD Indicators of Sustainable Development. Recent developments and activities. UNEP, Praga, República Checa.
- Shepherd, G. (2004), *The ecosystem approach: five steps to implementation*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Simonovic, S. y Rajasekaram, V. (2004), Integrated Analyses of Canada's Water Resources: A System Dynamics Approach. *Canadian water Resources Journal* 29(4): 223-250.
- Simonovic, S.P. (2003), *Assessment of Water Resources Through System Dynamics Simulation: From Global Issues to Regional Solutions*. In: Proceedings of the 36th International Conference on System Sciences, Modeling Nonlinear Natural and Human Systems, CD Rom full paper. Big Island, Hawái, USA.
- SMN (2011), *Sitio web Servicio Meteorológico Nacional*. Disponible en: <http://smn.cna.gob.mx/> (consultado en Mayo 2011).
- Soares, D. (2007), Crónica de un fracaso anunciado: la descentralización en la gestión del agua potable en México. *Revista Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 1(4):19-37.

- Stake, R.E. (2003), *Case Studies*. En: Denzin, N.K. y Y.S. Lincoln (eds) "Strategies of Qualitative Inquiry". Sage Publications California, USA.
- Statistics Canada (2001), *Population and dwelling counts, for Canada, provinces and territories, and urban areas, 2006 and 2001 censuses*. Disponible en <http://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2006>
- Statistics Canada (2009), *A Framework for Developing Environmental Statistics*. Ottawa: Statistics Canada.
- Swyngedouw, E. (1999), Modernity and hybridity: Nature, regeneracionismo and the production of the Spanish waterscape, 1890 – 1930. *Annals of the Association of American Geographers* 89(3): 443-465.
- Swyngedouw, E. (2001), Urban Water: A Political-Ecology Perspective. *Built Environment* 28(2): 124-137.
- Tiburcio, A. (2009), *Análisis integral del sistema de abastecimiento de agua potable en el municipio de Ecatepec*. Tesis de Maestría. CIEMAD, IPN, México.
- Tortajada, C. (2003), Water Management for a Megacity: Mexico City Metropolitan Area. *Ambio* 32(2): 124-129.
- Tortolero, A. (2000), *El agua y su historia: México y sus desafíos hacia el siglo XXI*. Siglo XXI Editores, México.
- UNEP (1999), *Global Environmental Outlook 2000*. London, Earthscan Publications.
- UNEP (2003), *Integrated Urban Resources Management Strategy. Water*. UNEP disponible en <http://www.unep.or.jp/ietc/focus/pdf/iuwrn.pdf>
- UNESCO, SCOPE (2006), *Indicators of sustainability: Reliable tools for decision making*. UNESCO-SCOPE Policy Briefs May 2006- No. 1 UNESCO-SCOPE, Paris.
- UNFPA (2004), *El estado actual de la población mundial 2004: Migración y Urbanización*. United Nations Population Fund, 2004. Disponible en: <http://www.unfpa.org/swp/2004/espanol/ch4/index.htm>
- Valencia, J.C. (2005), *Estadísticas del Agua Avances en la integración del SINA y los SIRA's* Ponencia presentada en la Convención Nacional de Geografía 2005, México.
- Villa, F.J. (2005), *Calidad del Agua en Ríos y Lagos de México*. Proyecto Terminal. UAM. División de Ciencias Básicas e Ingeniería, México.
- Ward, B and Dubos, R., (1972), *Only One Earth: The care and maintenance of a Small Planet*. Norton, New York.
- Water Services Association of Australia (WSAA), the National Water Commission and the NWI Parties (2008), *National Performance Framework: 2007-08 urban performance reporting indicators and definitions handbook*. NWI, Australia
- Winkfield, M., (2002), *Local Water Management in Canada*. Pembina Institute for Appropriate Development. Disponible en: www.permbina.org
- World Bank (1997), *Expanding the measure of wealth*. World Bank. Washington D.C. U.S.A.

WWAP (2009), *The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World*. Paris: UNESCO, London: Earthscan..

Yin, R.K. (1984), *Case Study Research: Design and Methods*. Beverly Hills, California: Sage Publications

Yli-Viikar, I. (2009), Confusing messages of sustainability indicators. *Local Environment* 14 (10): 891–903

Zaidah, Z. (2007), Case study as a research method. *Jurnal Kemanusiaan* (9):1-6.

ANEXOS

Anexo 1. Evolución del enfoque ecosistémico con relación al agua de 1972 a la fecha

1971, Ramsar, Iran. <i>Convención sobre los humedales</i>	Este acuerdo entró en vigor en el 1975 y ahora cuenta con 110 contratantes participantes. En el documento se trata de la importancia de la conservación y el uso racional de los humedales.
1972, Estocolmo, Suecia. <i>Conferencia de las Naciones Unidas. Establecimiento del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)</i>	Representa el momento a partir del cual comienza el real interés por la adecuada gestión de recursos naturales. y el desarrollo del tema a nivel internacional Los principales temas de la conferencia fueron la preservación y mejoramiento del medio ambiente humano.
1977, Mar del Plata, Argentina. <i>Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua</i>	En ella se realizó una primera evaluación de los recursos hídricos a escala mundial. Marca el comienzo de las actividades globales en relación con el agua. También se convino en que todos los pueblos tienen derecho a tener acceso al agua potable para satisfacer sus necesidades básicas.
1980-1990, <i>Década Internacional del suministro de agua potable y saneamiento</i>	El objetivo del Decenio es que, a finales de 1990, todas las personas tengan un suministro adecuado de agua y buenas condiciones de eliminación de excretas y aguas sucias. Esto era realmente un objetivo ambicioso que se estima habría implicado la prestación de servicios de agua y saneamiento a más de 650,000 personas por día durante el período de diez años.
1987, Tokio, Japón. <i>Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo.</i>	Reporte donde se reconoce la importancia del agua como nexo con un rol fundamental entre el desarrollo socio-económico de los países y el ambiente.
1990, Nueva Delhi, India. <i>Consulta Global sobre agua segura y saneamiento para los años 90.</i>	Los temas principales fueron el agua potable y saneamiento ambiental. La Declaración de Nueva Delhi declaró: "El agua potable y los medios adecuados de eliminación de residuos. deben estar en el centro de gestión integrada de los recursos (Declaración de Nueva Delhi).
1992, Dublin, Irlanda. <i>Conferencia sobre el Agua y el Medio Ambiente.</i>	En esta conferencia se desarrolla la discusión sobre el rol del agua como bien común o de negocio. Se adaptan los <i>principios guía</i> para el manejo del agua: - el agua es un recurso esencial para la vida, - el manejo del agua requiere enfoque participativo de todos los usuarios y a todos niveles políticos, - el rol de la mujer en la gestión del agua es primordial, - el servicio del agua tiene valor económico (CAMA, 1992).
1992, Rio de Janeiro, Brasil. <i>Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD). Conocida también como Cumbre de la Tierra.</i>	Estudio de las acciones y medidas a desarrollar para la implementación de las conclusiones y traducirlas en programas de acción. Lo que se finalizó en la elaboración de la AGENDA 21 – <i>Programa de Acción para el Desarrollo Sustentable</i> adoptada a nivel internacional. En el capítulo 8 se establece la Protección de la calidad y el suministro de recursos de agua dulce: aplicación de criterios integrados para el desarrollo, gestión y uso de los recursos hídricos" y se refirió a la base para la acción, los objetivos y actividades relativas a: a) gestión integrada de los recursos para el desarrollo y la gestión. B) la evaluación de los recursos hídricos: c) la protección de los recursos hídricos, la calidad del agua y los ecosistemas acuáticos, entre otros.
1994, Holanda. <i>Conferencia Ministerial sobre el Suministro de agua potable y saneamiento.</i>	Los temas principales fueron suministro de agua potable y saneamiento. El Programa de Acción se definía 'asignar una alta prioridad a los programas diseñados para proporcionar servicios básicos de saneamiento y sistemas de eliminación de excretas a las zonas urbanas y rurales".
1994, El Cairo, Egipto. <i>Conferencia Internacional de las Naciones Unidas sobre Población y Desarrollo</i>	El Programa de Acción destacó "garantizar que la población, medio ambiente y la pobreza; la erradicación de los factores se integran en las políticas de desarrollo sostenible, planes y programas (Capítulo III - Relaciones entre la población, el crecimiento económico y el desarrollo sostenible).
1995 Dinamarca. <i>Cumbre Mundial para el Desarrollo Social</i>	Los temas principales fueron la reducción de la pobreza, el suministro de agua y saneamiento. El resultado fue la Declaración de Copenhague sobre Desarrollo Social.
1997, Marraquech, Marruecos. <i>I Foro Mundial del Agua.</i>	Los temas principales fueron el agua y el saneamiento, la gestión de aguas compartidas, conservación de los ecosistemas, el uso de equidad de género y eficiente del agua "para reconocer las necesidades humanas básicas a tener acceso al agua potable y saneamiento, para establecer un mecanismo eficaz para la gestión de las aguas compartidas, para apoyar y preservar los ecosistemas y para fomentar el uso eficiente del agua. "(Declaración de Marraquech).
1998, Paris, Francia. <i>Conferencia Internacional sobre agua y Desarrollo Sustentable</i>	El resultado fue la Declaración de París sobre Agua y Desarrollo Sostenible, cuyo objetivo era "mejorar la coordinación entre las agencias de las Naciones Unidas y los programas y otras organizaciones internacionales, para garantizar el examen periódico del sistema de las Naciones Unidas. haciendo hincapié en la necesidad de un compromiso político continuo y el apoyo público de base amplia para garantizar el logro del desarrollo sostenible, la gestión y protección, y el uso equitativo de los recursos de agua dulce, y la importancia de la

	sociedad civil para apoyar este compromiso. "(Declaración de París).
2000, Nairobi, Kenia. <i>Convención de Diversidad Biológica.</i>	Donde se adoptó el enfoque ecosistémico como marco de aplicación en las acciones a favor de la Diversidad Biológica (UNEP, CBD, 2002).
2000, Nueva York, Estados Unidos. <i>Los objetivos del Milenio.</i>	Los Objetivos de Desarrollo del Milenio incluyen los siguientes objetivos relacionados con el agua: a) "Reducir a la mitad, para el 2015, el porcentaje de habitantes del planeta cuyos ingresos sean inferiores a un dólar por día y el porcentaje de personas que padecen hambre y, en la misma fecha, reducir a la mitad la proporción de personas que no pueden obtener o pagar por agua potable y b) "Para detener la explotación insostenible de los recursos hídricos formulando estrategias de gestión a nivel regional, nacional y local, que promuevan un acceso equitativo y un abastecimiento adecuado".
1997, II Foro Mundial del Agua. La Haya, Holanda.	En este foro se identificaron los principales retos: a) Satisfacer las necesidades básicas - el acceso al agua limpia y suficiente y al saneamiento. b) Asegurar el suministro de alimentos, en particular a los pobres y vulnerables. c) Proteger los ecosistemas - garantizar la integridad de éstos a través del manejo sustentable del recurso hídrico, mediante la cooperación pacífica entre los usuarios del agua en todos los niveles. d) Gestionar los riesgos de inundaciones, sequías, contaminación y otros peligros del agua. e) Valorar el agua y la gestión del agua para reflejar su valor económico, social, ambiental y cultural. f) Administrar el agua con prudencia, incluyendo la participación del público y los intereses de todos los usuarios.
2001, Río de Janeiro, Brasil. <i>XIII Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe (ALC).</i>	La reunión, cuyo objetivo fue plantear estrategias y acciones para el desarrollo sostenible en la región de ALC, con la presencia no sólo de los delegados de cada gobierno de los países integrantes, sino con la participación de diferentes sectores, como economía, planificación, desarrollo urbano, organizaciones no gubernamentales y sector privado.
2001, Bonn, Alemania. <i>Conferencia Internacional sobre Agua Dulce.</i>	En esta conferencia los temas principales fueron la gobernanza, la financiación, la capacitación y el intercambio de conocimientos; identificando el agua como clave para el desarrollo sostenible. El resultado fue la Declaración Ministerial de Recomendaciones para la Acción: "Lucha contra la pobreza es el principal desafío para lograr el desarrollo equitativo y sostenible, y el agua desempeña un papel vital en relación con la salud humana, el sustento, el crecimiento económico, así como el mantenimiento de los ecosistemas. La conferencia recomienda medidas prioritarias bajo los siguientes tres epígrafes: buen gobierno, movilización de recursos financieros, la capacitación y el intercambio de conocimientos.
2002, Valencia, España. <i>Convención sobre los humedales.</i>	Discusión sobre la conservación, administración y gestión de los humedales y de su importancia para la biodiversidad global. Propuestas de mejoramiento y desarrollo de nuevos acuerdos internacionales (RAMSAR, 2002).
2002, Johannesburgo, Sudáfrica. <i>Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible (CMSDS).</i>	Invocó al combate de la pérdida de biodiversidad a nivel mundial para el año 2010 y a la necesidad de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), como objetivos inseparables, y a más en el enfoque para impedir la pobreza La cumbre trata las siguientes cuestiones relacionadas con el agua dulce: a) La descentralización de la gestión pública. b) Potenciación de la comunidad. c) Prestación de servicios: desafíos rurales y urbanos. d) Gestión de la información. e) Gestión integrada de los recursos de gestión. f) La educación y la sensibilización y .g) presupuesto y los mecanismos económicos.
2003, Kyoto, Japón. <i>III Foro Mundial del Agua.</i>	Se reconoció la importancia del desarrollo de estrategias locales para la gestión del agua, como más sostenibles para solucionar crecientes problemas relacionados con el agua. En particular, se habló de la garantía del acceso al agua potable para la población, de la protección de ecosistemas, del uso razonable del agua, de la gestión del agua en territorios transfronterizos y de mejor gobernabilidad.
2003, Arequipa, Perú. <i>Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas</i>	Se discutieron tres momentos importantes: -necesidad de la modernización de las políticas públicas, - planificación y ordenamiento territorial, y -servicios ambientales en las cuencas (FAO, 2003).
2005- 2015. <i>Década del Agua para la Vida. ONU</i>	Lanzado al mercado por sistema de las Naciones Unidas, cuyo objetivo es promover los esfuerzos para cumplir los compromisos internacionales relativos al agua y las cuestiones relacionadas con el agua para el año 2015, con especial énfasis en la implicación y participación de las mujeres.
2006, México, México. <i>IV Foro Mundial del Agua</i>	La discusión fue abordada a través de cinco ejes temáticos: -agua como factor para el crecimiento y el desarrollo, -implementación de la GIRH, -suministro de agua y servicios sanitarios para todos, -gestión del agua para la alimentación y el medio ambiente, y -manejo del riesgo. Se trataron asuntos políticos, demográficos, sociales, financieros y administrativos al respecto..
2009. Estambul, Turquía. <i>V Foro Mundial del Agua.</i>	El tema general era tender Puentes por el Agua. Se hace hincapié en la necesidad de una mayor interacción, la comunicación y la armonización funcional de las distintas entidades implicadas o afectadas por la gestión del agua. También envía un mensaje a la comunidad del agua que el agua no es un fin en sí mismo, sino un medio para el desarrollo y bienestar. Interacción con otros sectores, necesaria para comprender cómo el agua puede contribuir a la solución de problemas comunes que enfrentan todos los sectores afectados

Fuente: Elaborado con base en información de Perevochtchikova y Martinez (2009), WWAP (2009) y Andrade (2004).

Anexo 2. Iniciativas de indicadores por región geográfica

Tabla 1. Indicadores desarrollados para la región de Norteamérica

País	Iniciativas a escala Nacional	Áreas Temáticas	Marco Conceptual
Canadá	Developing a Canadian Water Security Framework as a tool for improved governance of watersheds	Agua dulce, gobernabilidad, salud pública, agua potable, agua subterránea	Sectorial
	Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME) Water Quality Index FAQs	Agricultura, naturaleza y biodiversidad, cambio climático, agua dulce, salud humana, uso de la tierra, los humedales	Por tema
	A Framework for Developing Ecosystem Health Goals, Objectives, and Based Management	Atmósfera, el desempeño económico, agua dulce, agotamiento del ozono estratosférico, sustancias químicas peligrosas, residuos, contaminación	Presión Estado Respuesta
	Canadian Environmental Sustainability Indicators	Calidad del aire, agua dulce, emisión de gases de efecto invernadero	Por tema
	Tracking Key Environmental Issues; Canadian Information System for the Environment	Lluvia ácida, agricultura, calidad del aire, naturaleza y biodiversidad, cambio climático, energía, agotamiento de la capa de ozono, bosques, sustancias químicas peligrosas, transporte, residuos, agua potable, aguas residuales	Por tema
	State of the Environment Infobase	Lluvia ácida, agricultura, calidad del aire, naturaleza y biodiversidad, cambio climático, energía, agotamiento de la capa de ozono, bosques, sustancias químicas peligrosas, transporte, residuos, agua potable, aguas residuales	No específica
	Genuine Progress Index for Atlantic Canada	Calidad del aire, cambio climático, educación, empleo, energía, pesca, bosques, agua dulce, la salud humana, los recursos naturales, océanos y mares y costas, pobreza, seguridad pública, social, transporte, residuos, otras horas, trabajo, el valor del trabajo no remunerado, la huella ecológica	Sectorial/ Enfoque de Capital
Estados Unidos	The State of the Nation's Ecosystems	Lluvia ácida, calidad del aire, atmósfera, naturaleza y biodiversidad, Bosques, pesquería y agua dulce, recursos naturales, océanos, mares y costas, sustancias químicas peligrosas, humedales, agua potable y agua subterránea	No específica
	National Report on Sustainable Forests 2003	Naturaleza y biodiversidad, desempeño económico, bosques, agua dulce, gobernanza y sociedad, humedales, aguas subterráneas, suelos, sustancias químicas, sustancias nocivas, y otros	No específica
	Environmental Monitoring and Assessment Program (EMAP) ; Ecological Indicator Development	Calidad del aire, naturaleza y biodiversidad, agua dulce, las sustancias nocivas y sustancias químicas, humedales, ecosistemas y otros	Por tema
	Environmental Indicators Initiative	Lluvia ácida, calidad del aire, atmósfera, naturaleza y biodiversidad, cambio climático, pesca, bosques, agua dulce, salud humana, uso de suelo, recursos naturales, océanos y mares y costas, recreación, agotamiento del ozono estratosférico, sustancias perjudiciales y productos químicos, residuos, humedales	Presión Estado Respuesta
México	Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México	Calidad del aire, ambiente, cambio climático, pesca, forestal, agotamiento de la capa de ozono, sustancias químicas perjudiciales, residuos, aguas subterráneas, aguas residuales, biodiversidad, suelo, disponibilidad de agua	Presión Estado Respuesta

Fuente: Elaborado con base en *The Compendium of Sustainable Development Indicator Initiatives (IISD, 2010)*.

Tabla 2. Iniciativas de Indicadores para Centro y Sudamérica.

País	Nombre de la Iniciativa de Indicadores	Áreas temáticas	Marco Conceptual
Panamá	Indicadores Ambientales de la República de Panamá	Calidad del aire, naturaleza y biodiversidad, energía, pesca, bosques, uso de suelo, de residuos, otros, agua potable, aguas residuales, áreas protegidas, desastres naturales	No específica
Uruguay	Sistema Nacional de Indicadores Ambientales (Calidad del aire, agricultura, atmósfera, cambio climático, energía, pesca, forestal, vivienda, uso de la tierra, agua potable	Presión Estado Respuesta
Jamaica	Environment Statistics	Agricultura, calidad del aire, naturaleza y biodiversidad, cambio climático, energía, pesca, bosques, agua dulce, uso del suelo, minería, recursos naturales, océanos y mares y costas, agotamiento de la capa de ozono, humedales y aguas residuales	Presión Estado Respuesta
Brasil	Accompaniment indicators of the Latin American and Caribbean Initiative goals for the Sustainable Development - ILAC, Report of Brazil 2007	Naturaleza y biodiversidad, agua dulce, gobernanza, salud humana, uso de suelo, recursos naturales, sociales, aguas subterráneas, vulnerabilidad, viviendas urbanas y ciudades sustentables, salud, desigualdad y pobreza	No específica
Guatemala	Sistema de Información Estratégica Ambiental (SIEAM)	Agricultura, ambiente, naturaleza y biodiversidad, desempeño económico, energía, pesca, bosques, agua dulce, uso de la tierra, minería, recursos naturales, población, residuos, seguridad alimentaria, agua residual	No específica
Argentina, Barbados, Bahamas, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, Guatemala, Panamá, Paraguay, Perú, Trinidad y Tobago, Uruguay	Global Environment Outlook (GEO) in Latin America	Lluvia ácida, agricultura, calidad del aire, arte y cultura, ambiente, naturaleza y biodiversidad, cambio climático, el desempeño económico, educación, empleo, energía, pesca, bosques, agua dulce, gobierno, salud humana, vivienda, ordenamiento, minería, recursos naturales, los océanos y mares y costas, población, pobreza, seguridad pública, recreación, agotamiento social, ozono estratosférico, sustancias perjudiciales y productos químicos, transporte, residuos, humedales, agua potable, seguridad alimentaria, agua subterránea, producción, ruido, aguas residuales	DPSIR-Driver-Pressure-State-Impact-Response

Fuente: Elaborado con base en *The Compendium of Sustainable Development Indicator Initiatives (IISD, 2010)*.

Tabla 3. *Propuestas de indicadores a escala nacional para África, Oceanía y Europa*

País	Nombre de la Iniciativa de Indicadores	Áreas temáticas	Marco Conceptual
África	Africa Environment Information Network (AEIN)	Calidad del aire, atmósfera, naturaleza y biodiversidad, agua dulce, bosques, costas y océanos, agua potable	Sectorial
Egipto	Egyptian State of the environment Report	Calidad del aire, cambio climático, bosques, uso de la tierra, población, residuos, agua potable, biodiversidad, mares y zonas costeras	Presión Estado Respuesta
Malawi	Malawi State of the Environment Report	Calidad del aire, naturaleza y biodiversidad, cambio climático, energía, pesca, forestal, vivienda, uso de la tierra, minería, agua potable	Temático
Australia	Australia's State of the Forests Report	Naturaleza y biodiversidad, desempeño económico, bosques, agua dulce, gobierno, sustancias químicas nocivas aguas subterráneas, suelos y otros	Proceso de Montreal
	Environmental Indicators for National State of the Environment Reporting	Agricultura, calidad del aire, arte y cultura, ambiente, naturaleza y biodiversidad, cambio climático, energía, pesca, silvicultura, agua dulce, uso de suelo, minería, recursos naturales, océanos, mares y costas, agotamiento de la capa de ozono estratosférico, transporte, residuos, humedales, asentamientos humanos	Presión Estado Respuesta
Nueva Zelanda	Environmental Performance Indicators (EPI)	Calidad del aire, atmósfera, cambio climático, energía, pesca, agua dulce, uso de suelo, océanos y costas, seguridad pública, recreación, capa de ozono, sustancias químicas, transporte, humedales	Presión Estado Respuesta
Western Europe, Scandinavia, Central and Eastern Europe	Measuring Progress Towards a More Sustainable Europe: Sustainable Development Indicators for the European Union	Agricultura, calidad del aire, ambiente, naturaleza y biodiversidad, cambio climático, desempeño económico, educación, empleo, energía, pesca, bosques, agua dulce, gobierno, salud humana, vivienda, ordenamiento territorial, recursos naturales, océanos y mares y costas, población, pobreza, seguridad pública, agotamiento de la capa de ozono, sustancias químicas nocivas, transporte, residuos, envejecimiento de la población, patrones de producción y consumo, innovación ambiental, la dimensión externa y exclusión social.	Sin especificar
Francia	Indicators for the sustainable management of French forests	Calidad del aire, naturaleza y biodiversidad, desempeño económico, bosques, agua dulce, gobierno, recursos naturales, recreación, sustancias químicas nocivas, sociedad, aguas subterráneas y suelos	Sin especificar
	Sustainable Development Indicators for France	Crecimiento económico equilibrado, una mayor atención a la conservación y restauración de capital crítico: fuertes vínculos entre lo local y lo global; satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras.	Sin especificar
Inglaterra	Indicators of Sustainable Development	Agricultura, calidad del aire, ambiente, naturaleza y biodiversidad, cambio climático, desempeño económico, educación, empleo, energía, pesca, agua dulce, salud humana, vivienda, ordenamiento territorial, minería, recursos naturales, población, seguridad pública, social, transporte, residuos y pobreza	Sin especificar
Suiza	MONET Measuring Sustainable Development	Calidad del aire, arte y cultura, ambiente, naturaleza y biodiversidad, cambio climático, desempeño económico, educación, empleo, energía, silvicultura, agua dulce, salud humana, vivienda, uso del suelo, pobreza, seguridad pública, recreación, sustancias químicas nocivas, transporte y residuos	Por tema
Holanda	Sustainable Society Index	Calidad del aire, atmósfera, naturaleza y biodiversidad, cambio climático, economía, empleo, energía, bosques, población, pobreza, seguridad pública, equidad, cooperación internacional	Por tema

Fuente: Elaborado con información de *The Compendium of Sustainable Development Indicator Initiatives (IISD, 2010)*.

Anexo 3. Iniciativas de indicadores a escala local relacionados con la gestión del agua

Nombre Del Indicador	País	Áreas de Interés	Objetivo	Marco Conceptual
Hamilton's VISION 2020 Sustainability Indicators:	Canadá	Agricultura, calidad del aire, arte y cultura, desempeño económico, educación, energía, agua dulce, seguridad pública.	Seguimiento del progreso hacia el desarrollo sustentable	Por tema
The Green Plan	Ontario Canadá	Energía, uso de suelo, transporte, residuos y agua potable	Es una herramienta para ayudar a la comunidad Guelph para planificar un mejor medio ambiente y garantizar la sostenibilidad a futuro de la Ciudad	No especifica
Environmental Action Agenda	Seattle, E.U.A	lluvia ácida, calidad del aire, atmósfera, naturaleza y biodiversidad, cambio climático, pesca, bosques, agua dulce, salud humana, uso de suelo, los recursos naturales, océanos, mares y costas, recreación, sustancias perjudiciales y productos químicos, residuos, humedales.	Reportar el avance en temas clave para el desarrollo sustentable	Por tema
Jacksonville Quality of Life Progress Report: A Guide for Building a Better Community	Jacksonville E.U.A	Calidad del aire, arte y cultura, rendimiento económico, educación, empleo, agua dulce, gobernanza, salud humana, vivienda, población, pobreza, seguridad pública, recreación social, transporte, preservación otros, medio ambiente	Medición de la calidad de vida	Presión Estado Respuesta, Enfoque basado en el capital
Lake Superior Basin Environmental and Socioeconomic Sustainability Indicators Project	Estados Unidos	Empleo, energía, población, pobreza, sustancias y productos químicos dañinos, transporte, otros, agua potable, aguas residuales, rellenos sanitarios, reciclaje	Los investigadores del proyecto pedían datos que mostraran tendencias de la sostenibilidad, sin necesidad de nuevos datos que deban recogerse. El proyecto cumplió su objetivo de obtener y analizar datos durante al menos 15 a 20 indicadores de sostenibilidad como medidas iniciales	Por tema
Community Indicators	Estados Unidos	Calidad del aire, arte y cultura, rendimiento económico, educación, empleo, energía, agua dulce, gobernanza, salud humana, vivienda, uso de la tierra, población, seguridad pública, recreación, sociales, transporte, residuos	Seguimiento de los signos clave del desarrollo social, medio ambiente y la salud económica de la región, crear una comprensión común de los retos y oportunidades que enfrenta la región, y fomentar soluciones políticas de colaboración en los planos regional y local.	Por tema
Environmental Indicators for Metropolitan Melbourne	Australia	Calidad del aire, ambiente, naturaleza y biodiversidad, cambio climático, energía, agua dulce, gobernanza, uso de la tierra, océanos, mares y costas, recreación, sustancias perjudiciales y productos químicos, transporte, residuos, humedales	Para identificar, recopilar y analizar datos en cuanto al estado del medio ambiente metropolitano de Melbourne y compilar en un documento central que puede ser utilizado por los oficiales del gobierno local para comparar y analizar los impactos ambientales y las iniciativas.	Presión Estado Respuesta, Enfoque basado en el capital
Cape Town State of Environment /	Sudáfrica	Calidad del aire, ambiente, naturaleza y biodiversidad, cambio climático, el rendimiento económico, educación,	Proporcionar información al público, la industria, las organizaciones no	Fuerzas motrices, Estado Impacto

Sustainability Indicators		empleo, energía, agua dulce, la gobernanza, vivienda salud humana, uso de la tierra, los recursos naturales, océanos y mares y costas, población, gobernanza, transporte, residuos y suelos, pobreza	gubernamentales ya todos los niveles de gobierno para garantizar que se tomen las mejores decisiones sobre cuestiones que influyen o son influidos en la parte ambiental	Respuesta
Durban Metro State of the Environment and Development	Sudáfrica	Calidad del aire, arte y cultura, naturaleza y biodiversidad, desempeño económico, agua dulce, recursos naturales, océanos y mares y costas, población, seguridad pública, social, transporte, residuos, otros, clima	Orientarán la ciudad hacia un desarrollo ambientalmente sostenible. Esto incluye una visión general del impacto sobre el medio ambiente inducido por el hombre en el Espacio Metropolitano de Durban, que indica el estado actual del medio ambiente y las tendencias actuales y las presiones, así como la respuesta social a estos problemas del medio ambiente urbano	Presión Estado Respuesta
Greater Johannesburg State of the Environment Internet Reporting (GJSOE)	Sudáfrica	Calidad del aire, desempeño económico, educación, agua dulce, salud humana, uso de la tierra, población, pobreza, sociales, sustancias perjudiciales y productos químicos, transporte, residuos	Está diseñado para mejorar la toma de decisiones para la protección del medio ambiente y la sostenibilidad, como base para las decisiones de gestión y el futuro como referencia para evaluar las tendencias internacionales	Presión -Estado - Respuesta
State of the Environment in Tbilisi 2000 ; Core Set of Indicators	Rusia	Calidad del aire, arte y cultura, ambiente, naturaleza y biodiversidad, evolución económica, empleo, agua dulce, salud humana, vivienda, uso de la tierra, población, pobreza, seguridad pública, social, sustancias perjudiciales y productos químicos, transporte, residuos	Facilitar un mejor acceso a información ambiental valiosa para los tomadores de decisiones	No especifica
Environmental Indicators of São Paulo City - GEO Cidades de São Paulo	Brasil	Calidad del aire, atmósfera, desempeño económico, educación, agua dulce, gobernabilidad, salud humana, uso de la tierra, población, social, residuos, agua potable, aguas subterráneas	El seguimiento de la calidad del medio ambiente de la ciudad de São Paulo.	PEIR - Presion Estado Impacto Respuesta

Fuente: Elaborado con información de *The Compendium of Sustainable Development Indicator Initiatives (IISD, 2010)*.

Anexo 4. Cuestionario para expertos “Indicadores ambientales para la gestión del agua”

Cuestionario enviado:

Nombre y apellido del evaluador: _____

Institución a la que pertenece: _____ E-mail: _____

Área en la que se desempeña: _____

Apreciable participante,

La finalidad de este trabajo es establecer un marco de indicadores ambientales para la gestión del agua en la Ciudad de México. Se pretende establecer parámetros que permitan conocer el estado de la gestión del agua en ciudades, y que incluyen tanto aspectos de la eficacia en la satisfacción, de las necesidades de agua de la población, como de los elementos que inciden en la calidad y cantidad de agua disponible para la sociedad y los ecosistemas. Se espera concluir esta investigación con la aportación de un conjunto de indicadores de eficiencia y eficacia; y de indicadores de *presión*, de *estado* de recursos hídricos y de *respuesta* (dentro del esquema propuesto por la OECD, 1993) que sirvan como herramienta práctica útil para el planteamiento de las medidas adecuadas en la toma de decisión.

Su valoración como experto en el tema del agua es muy importante para determinar la relevancia, posibilidad de medición y posibles limitaciones de los indicadores propuestos. Por ello solicitamos su opinión de los siguientes parámetros, así como sus valiosas sugerencias.

Valore, por favor, los indicadores propuestos en escala de 1 a 5 (siendo “1” el valor más bajo y “5” el valor más alto) de acuerdo con lo siguiente:

1. Pertinencia del indicador
2. Claridad del indicador

Indique de acuerdo con su opinión, las posibles limitaciones del indicador (por ejemplo, posibilidad de medición, frecuencia de medición y si responden a cambios en las políticas ambientales.

¡Gracias por su colaboración!

Atte.

Argelia Tiburcio Sánchez, Posgrado en Geografía, UNAM

María Perevochtchikova, CEDUA-COLMEX

Indicadores de desempeño operativo

El propósito de estos indicadores es medir la eficiencia y la eficacia en la satisfacción de las necesidades de agua de la población por parte de las autoridades.

No.	Indicadores	Unidad de Medida	Fuente	Valoración		Limitaciones del Indicador
				Pertinencia	Claridad	
1	Indicador de disponibilidad de agua potable ¹⁵ (Forma de acceso al servicio y frecuencia del servicio de agua potable)	Puntuación Máxima= 100	INEGI ¹⁶ SACM ¹⁷			
2	Dotación de agua por habitante (Promedio anual en el D.F)	l/habitante/Día	INEGI SACM			
3	Indicador de cobertura de alcantarillado ¹⁸	Puntuación Máxima=100	INEGISACM			
4	Calidad del agua potable para consumo humano (Porcentaje de muestras realizadas que cumplen con las normas de salud)	%	SACM			
5	Porcentaje de fugas de agua del volumen total de agua producido	%	SACM			

¹⁵ El indicador de disponibilidad de agua potable responde a las críticas de las diferencias en la frecuencia de la cobertura de agua potable y la frecuencia de suministro. Se basa en las variantes de acceso al agua de los censos de población del INEGI (dentro de la vivienda, dentro del terreno de la vivienda, llave pública o agua acarreada y la frecuencia de suministro (por horas al mes) y la puntuación máxima posible es 100 si toda la población cuenta con agua potable dentro de su casa de forma ininterrumpida. Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula: $\sum_{n=1}^4 C_{dn} P_{dn} + \sum_{m=0}^{24} C_f P_{fm} * m = \text{Indicador de disponibilidad de agua}$ Donde C_{dn} = Coeficiente de acceso al agua potable (Varía de 0.5 a 0 dependiendo de la forma de acceso) P_{dn} =Porcentaje de la viviendas con x forma de acceso al agua potable. C_f =Coeficiente de frecuencia del servicio (varía de 0.5 a 0, dependiendo de las horas de servicio) P_{fm} =Porcentaje de viviendas con m horas de servicio y m = horas de servicio al mes.

¹⁶ INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

¹⁷ SACM: Sistema de Aguas de la Ciudad de México

¹⁸ El indicador de cobertura de alcantarillado. Es una ponderación de la población con los diferentes tipos de formas de desalojo de aguas residuales. (red pública, fosa séptica, tubería que va a dar a un río, barranca, lago o al mar o se carece por completo de alcantarillado). Su fórmula de cálculo es $\sum_{n=1}^4 C_{an} P_{an} = \text{Indicador de cobertura de alcantarillado}$ Donde C_{an} =Coeficiente de cobertura de alcantarillado (Varía de 1 a 0 de acuerdo con la forma de desalojo de aguas residuales) P_{an} =Porcentaje de la población con x forma de aguas residuales.

Indicadores de presión

El propósito de estos indicadores es medir la presión que ejercen las actividades humanas en el recurso hídrico.

No	Indicadores	Unidad de Medida	Fuente	Valoración		Posibles Limitaciones del Indicador
				Pertinencia	Claridad	
1	Demanda de Agua Potable (Volumen de agua concesionada)	m ³	CONAGUA ¹⁹			
2	Volumen de agua extraída	m ³	SACM CONAGUA			
3	Volumen de descarga de agua residual producida (por tipo de descarga: municipal, industrial, etc.)	m ³	SACM			
4	Dependencia de fuentes externas (porcentaje de agua importada de otras cuencas oacuiferos con respecto al volumen total suministrado)	%	SACM CONAGUA			
5	Hectáreas con modificaciones en el uso de suelo (por ejemplo a agrícola y/o urbano)	ha/año	SMA-GDF			

¹⁹ CONAGUA: Comisión Nacional del Agua

Indicadores de Estado

El propósito de estos indicadores es el medir la situación actual; para poder establecer las tendencias de cambio del recurso hídrico.

No	Indicadores	Unidad de Medida	Fuente	Valoración		Posibles Limitaciones del Indicador
				Pertinencia	Claridad	
1	Disponibilidad natural media del agua (promedio anual)	m ³	CONAGUA SACM			
2	Disponibilidad natural media per cápita (promedio anual)	m ³ /habitante	CONAGUA, SACM, INEGI			
3	Recarga media de los acuíferos (promedio anual)	m ³	CONAGUA			
4	Volumen de agua almacenado en cuerpos de agua superficial (promedio anual)	m ³	SACM			
5	Calidad del agua (en estaciones de monitoreo): Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Sólidos Totales Suspendedos	mg/l	CONAGUA/ SACM			

Indicadores de Respuesta

El propósito de estos indicadores es medir las acciones realizadas, con el objetivo de atenuar los efectos desfavorables de la actividad humana sobre el agua.

No	Indicadores	Unidad de Medida	Fuente	Valoración		Posibles Limitaciones del Indicador
				Pertinencia	Claridad	
1	Porcentaje de fugas reparadas del total de fugas reportadas en el D.F.	%	CONAGUA SACM			
2.	Porcentaje de agua residual tratada anualmente en el D.F.	%	CONAGUA			
3.	Porcentaje de agua residual reutilizada anualmente en el D.F.	%	SACM			
4.	Construcciones certificadas bajo el esquema de edificios sustentables en el rubro del agua en el D.F.	Número	SMA			
5	Número de equipamientos ambientales por cada millón de habitantes ²⁰	Número de equipamientos por cada millón de habitantes	SMA ²¹ SEP ²² CONAGUA			

²⁰ Este indicador fue desarrollado por Curiel (2001), como parte de un cuadro de indicadores de evaluación de la educación ambiental en España. Este indicador describe la inversión hecha en aspectos de educación ambiental no formal. Se consideran equipamientos ambientales aquellas instalaciones extraescolares dotadas de infraestructura y recursos suficientes como para desarrollar actividades que sirvan a los fines y propósitos de la Educación Ambiental, que facilitan la difusión de conceptos ambientales, que fomentan el respeto y el cuidado hacia el medio ambiente.

²¹ Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal

²² Secretaría de Educación Pública

Anexo 5. Listado de expertos en gestión del agua encuestados

No. Experto	Nombre	Apellido	Dependencia	Área
1	Ramón	Aguirre	SACM	Entidad Estatal
2	Rubén	Pineda	SACM	Entidad Estatal
3	Efrén A. De Agustín	Martínez	SACM	Entidad Estatal
4	Luis Arturo	Correa	SACM	Entidad Estatal
6	Marco Antonio	Reyes	SACM	Entidad Estatal
5	Adolfo	Mejía	SMA	Entidad Estatal
7	Enrique	Castelán	SMA	Entidad Estatal
8	Roberto	Olivares	ANEAS	Organismos Operadores
9	Verónica	Romero	ANEAS	Organismos Operadores
9	Verónica	Martínez	Consejo Consultivo del Agua	ONG
9	Hortensia	Medina	INEGI	Federal
10	Luz del Carmen	Velázquez	CONAGUA	Federal
11	Arturo	Flores	SEMARNAT	Federal
12	Cesar E	Rodríguez	SEMARNAT	Federal
13	Felipe	Arreguin	CONAGUA	Federal
14	Fernando	Flores	IMTA	Federal
15	Blanca	Jiménez	UNAM	Academia
16	Luis	Aboites	El Colegio de México	Academia
17	Úrsula	Oswald	UNAM	Academia
18	Manuel	Perló	UNAM	Academia
19	Rafael	Val	UNAM	Academia
20	Marisa	Mazari	UNAM	Academia
21	Pedro	Moctezuma	UAM	Academia
22	Sandra	Martínez	ACUMAR	Internacional
23	Ricardo	Martínez	ONU	Internacional
24	María luisa	Torregrosa	FLACSO	Academia
25	Jaime	Collado	Consultor independiente	Academia
26	José Alfredo	Galindo	CONAGUA	Federal
27	Malinali	Domínguez	UNAM	Academia
28	Clemente	Rueda	UNAM	Academia
29	Pedro	Magaña	UNAM	Academia
30	Juan Javier	Carrillo	UNAM	Academia
31	Beatriz	Torres	UNIVERSIDAD VERACRUZANA	Academia
32	María Eugenia	González	El Colegio de la Frontera Norte	Academia
33	María Isabel	García	UACM	Academia
34	Miguel Ángel	López	ITESM	Academia
35	Miguel Ángel	Vázquez	OCAVM	regional
36	Oscar	Escolero	UNAM	Academia
37	José esteban	Castro	New Castle University	Academia
38	Asit	Biswas	Third World Centre for Water Management	Academia
39	Cecilia	Tortajada	Third World Centre for Water Management	Academia
41	Jordi	Vera	Universidad Veracruzana	Academia

Anexo 6. Criterios de evaluación en la selección de indicadores de gestión del agua

	Indicadores	Pertinencia	Claridad	Calificación	Posibilidad de medición	Responden a una política pública	Frecuencia de medición	Programa uso sustentable del agua	Indicador elegido
Desempeño	Indicador de disponibilidad de agua potable. (Forma de acceso al servicio y frecuencia del servicio de agua potable)	4.50	3.89	8.39	Si	Si	Quinquenal y mensual	Si	Si
	Indicador de cobertura de alcantarillado	4.70	4.33	9.03	Si	Si	Quinquenal	No	Si
	Calidad del agua potable para consumo humano (Porcentaje de muestras realizadas que cumplen con las normas de salud)	4.70	4.11	8.81	Si	Si	Anual	Si	Si
	Dotación de agua por habitante (Promedio anual en el D.F)	4.60	5.00	9.60	Si	No	Quinquenal	No	No
	Porcentaje de fugas del volumen total de aguas producido	4.56	3.44	8.00	Si	Si	Anual	No	No
Presión	Dependencia de fuentes externas (porcentaje de agua importada de otras cuencas o acuíferos con respecto al volumen total suministrado)	4.44	4.13	8.57	Si	Si	Anual	No	Si
	Hectáreas con modificaciones en el uso de suelo (por ejemplo a agrícola y/o urbano)	4.63	3.71	8.34	Si	Si	Indeterminado	Si	Si
	Volumen de descarga de agua residual producida (por tipo de descarga: municipal, industrial, etc.)	4.50	4.29	8.79	Si	No	Anual	No	No
	Volumen de agua extraída	3.78	3.25	7.03	Si	Si	Anual	Si	Si
	Demanda de Agua Potable (Volumen de Agua concesionada)	4.44	3.63	8.07	Si	No	Indeterminado	No	No

Estado	Disponibilidad natural media del agua (promedio anual)	3.70	4.00	7.70	Si	Si	Por ley la estimación de la disponibilidad de agua debe realizarse cada tres años.	No	Si
	Recarga media de los acuíferos (promedio anual)	4.13	3.86	7.99	Si	Si	Indeterminado	No	No
	Disponibilidad natural media per cápita (promedio anual)	4.56	4.00	8.56	Si	Si	Quinquenal	Si	Si
	Calidad del agua (en estaciones de monitoreo): Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Sólidos Totales Suspendidos	4.88	4.38	9.26	Si	Si	Indeterminado	No	Si
	Volumen de agua almacenado en cuerpos de agua superficial (promedio anual)	4.33	4.00	8.33	Si	No	Estimación	No	No
Respuesta	Porcentaje de fugas reparadas del total de fugas reportadas en el D.F.	4.88	4.29	9.17	Si	Si	Mensual/anual	Si	Si
	Porcentaje de agua residual reutilizada anualmente en el D.F.	4.86	4.00	8.86	Si	Si	Mensual/anual	Si	Si
	Porcentaje de agua residual tratada anual en el D.F.	4.67	4.50	9.17	Si	Si	Mensual/anual	Si	Si
	Número de equipamientos ambientales por cada millón de habitantes	4.33	4.00	8.33	Si	Si	Indeterminado	No	No
	Construcciones certificadas bajo el esquema de edificios sustentables en el rubro del agua en el D.F.	4.67	4.50	9.17	Si	Si	Anual	No	No

Anexo 7. Limitaciones de los indicadores propuestos

Tipo de Indicador	Indicadores	Limitaciones del Indicador
Desempeño Operativo	Indicador de disponibilidad de agua potable (Forma de acceso al servicio y frecuencia del servicio de agua potable)	<p>El indicador no se encuentra del todo claro, y surgen dudas sobre la medición de la frecuencia en el servicio, sobre todo si existe algún organismo que cuente con dicha información. Se duda de la factibilidad de obtener los datos de frecuencia en el servicio ya que el INEGI no proporciona esta información. Se considera que el indicador tiene en la segunda parte de la ecuación un elemento de sobre (m), ya que al incluirlo se obtienen valores superiores a 100.</p> <p>Es un indicador que requiere que las variables m (Horas con servicio al mes) y Cf se obtengan mensualmente, pero dependen de INEGI como fuente de información, por lo que no son actualizadas oportunamente, de manera que los resultados de este indicador deben valorarse bajo esa consideración.</p> <p>Más bien es un indicador de acceso a agua de la red pública (no se puede garantizar que el agua distribuida sea potable, en todo caso, es agua desinfectada); la frecuencia de recepción no garantiza que la población reciba el líquido que requiere para satisfacer sus necesidades. Es necesario conocer la frecuencia y las diversas formas de acceso al agua potable. Podría ser difícil de obtener información a nivel local de la variable (m) y (levantar el dato de forma mensual a escala local sería costoso).</p> <p>La Cdn (al menos a través de INEGI) es obtenida únicamente a través del censo cada 5 años (poca periodicidad).</p> <p>Hay muchas comunidades que no reciben agua, a veces durante meses. También hay otras que capturan su agua mediante la recolección de lluvia en cisternas</p>
	Dotación de agua por habitante (Promedio anual en el D.F)	<p>Si el origen del dato es la suma del volumen de las fuentes, o del volumen facturado, una limitante es la población flotante que, por su número, si tiene un impacto en el cálculo del indicador. En México la dotación de agua potable debe interpretarse a la luz de las grandes pérdidas existentes en las redes de distribución, y hay que separar su concepto con el del consumo por habitante. Es importante considerar que la información disponible para este indicador incluye las pérdidas en la distribución, lo cual disminuye la cantidad real que llega a los usuarios, no obstante, es la información disponible más cercana al indicador. No toda la población cuenta con un medidor por lo que es difícil estimar el consumo por vivienda. No representa la situación de todos los habitantes. A escala del D.F. puede ser factible y a escala local de forma indirecta-estimación (datos de la red/tanques distribución, etc.proporcionados por SACM).</p>
	Indicador de cobertura de alcantarillado	<p>Mismo caso que el indicador de cobertura, al ser datos de INEGI tienen un periodo de actualización más grande que el dato obtenido por SACM. La información del CPyV no capta cobertura de alcantarillado, CONAGUA y el propio SACM adoptan la disponibilidad de drenaje para estimar el avance de la cobertura; sin embargo el dato censal no permite distinguir a las viviendas que se van incorporando a dicho servicio. Se necesita conocer los tipos de disposición de aguas residuales en las viviendas. A través de INEGI únicamente obtenido cada 5 años y se requiere al menos periodicidad anual. Muchas redes públicas también terminan en barrancas, así que no se puede distinguir el manejo de las aguas residuales</p>
	Calidad del agua potable para consumo humano (Porcentaje de muestras realizadas que cumplen con las normas de salud)	<p>Al no involucrar una frecuencia de muestreo constante a través del periodo a evaluar, pueden existir errores: p.ej.: si el muestreo no se realiza en algún mes, o existe otro tipo de discontinuidad en el muestreo, el indicador podría dar resultados erróneos. La norma sobre la calidad del agua para consumo humano regula la calidad bacteriológica, principalmente controlada a través de la concentración de cloro, por lo que sería importante mencionar esta situación en los metadatos y aclarar que el indicador no considera la concentración de metales como plomo o mercurio entre otros</p> <p>Para tener certeza sobre la calidad estadística de los datos, sería conveniente incluir la unidad de tiempo en la que se toman las muestras; el número de estaciones en muestra y su ubicación, para estrategias focales de remediación o prevención. Se requieren recursos financieros para tener los reactivos adecuados para un monitoreo integral del agua. Falta presupuesto para la realización de las muestras. No se menciona la temporalidad con la que se debe medir, se requeriría definir mejor este indicador para no dar lugar a subjetividades. (entiendo que se habla de la NOM 127-1994).</p> <p>La NOM 1994 no mide algunos elementos fundamentales para determinar la potabilidad del agua (mejor indicador podría ser el de otros países más estrictos en los criterios de potabilidad).</p> <p>Aparte de las muestras realizadas en la red habría que realizarlas a nivel domiciliario.</p> <p>- Habría que definir mejor el indicador: que es cumplir o no con la NOM? P.ej.. Si no cumple con una de las variables de la NOM como considerarías esa muestras?</p> <p>¿Cómo se van a manejar los contaminantes emergentes y la calidad física química, ya que generalmente sólo se toman en cuenta los bacteriológicos si no se cumplen.</p>

	Porcentaje de fugas de agua del volumen total de agua producido	No es claro si el nombre del indicador debe ser: Porcentaje del volumen de fugas con respecto al volumen total de agua producido de otra manera no tendría sentido práctico. Por otro lado, la estimación del volumen de agua correspondiente a las fugas (pérdidas físicas) no es un cálculo trivial; normalmente la estimación de pérdidas obtenidas está dividida en los componentes pérdidas físicas y pérdidas comerciales. La estimación precisa de las pérdidas debido a fugas no es un dato que se pueda obtener fácilmente. Sería conveniente incluir un indicador complementario sobre la proporción del fugas con respecto al agua distribuida, ya que una parte considerable de las pérdidas se presenta en la distribución. Medición de fugas; se deben considerar las, tomas clandestinas y caudal no contabilizado. Es difícil su medición para que sea más exacto, es necesaria la micromedición. Habría que definir mejor la escala de las fugas (a nivel D.F., zonas hidráulicas dentro de la ciudad o colonia) y como exactamente se calcularía (Falta fórmula matemática)
Indicadores de Presión	Demanda de Agua Potable (Volumen de Agua concesionada)	La demanda no se puede relacionar con los volúmenes concesionados ya que en un sector la concesión no alcance a cubrir la demanda actual y futuro. Por sí mismo no es un indicador ya que la demanda de agua potable no puede ser definida como parte de una meta, que existen sobre concesiones, no es posible determinar la demanda real. Además, falta de control sobre las mediciones
	Volumen de agua extraída	Definir si el volumen de agua extraída es subterránea, superficial o de fuentes importadas. Por sí mismo no es un indicador, sino un dato para el cálculo de otros indicadores. La confiabilidad asociada con este dato está dada por la existencia de evidencia de mediciones continuas y completas de todas las fuentes de captación. Debe considerarse que el volumen de agua extraída no siempre es el mismo que el volumen de agua suministrado a la red, ya que pueden existir procesos previos que disminuyan la aportación real a la red. Cómo no es un indicador habría que referirlo a otro parámetro de referencia. Hacen falta mediciones de los volúmenes extraídos, me imagino que a través de métodos indirectos que consideren no solo las concesiones, sino el agua extraída sin permiso. Hay falta de control sobre la medición.
	Volumen de descarga de agua residual producida (por tipo de descarga: municipal, industrial, etc.)	El volumen de descarga no dice mucho ya que se considera que casi todo el consumo descarga; tal vez el volumen de descarga tratada explique mejor la presión que ejerce la falta de tratamiento sobre la eventual contaminación de las fuentes. Cuantificar el tipo de descarga. Es difícil estimar con precisión estos volúmenes de manera diferenciada, ya que normalmente no existe una medición de descargas por tipo de usuario. No es un indicador, es conveniente referir el dato mencionado a otro parámetro de referencia. Es necesario conocer si el registro de descargas está actualizado. Una gran limitación es la cantidad de descargas clandestinas. Falta control sobre la medición.
	Dependencia de fuentes externas (porcentaje de agua importada de otras cuenca o acuíferos con respecto al total volumen suministrado)	Este indicadores requiera la medición confiable de fuentes externas y propias, así como la medición y control de pérdidas en procesos. Se necesitan mediciones de los caudales importados. - Sería bueno incluir (visualizar) también las fuentes de agua embotellada, no tanto por el volumen que represente pero si por reflejar la dependencia (en calidad) de agua de otras cuencas.
	Hectáreas con modificaciones en el uso de suelo (por ejemplo a agrícola y/o urbano)	Las estimaciones corresponden a la Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal. Para la estimación se requiere de estudios que no siempre se realizan y no existe una metodología definida para realizarlos. Por otra parte, no todas las áreas verdes cuentan con el mismo valor en términos de recarga y descarga del agua. Falta de cumplimiento del ordenamiento territorial. Se requeriría precisar mejor qué tipo de cambio de uso de suelo se incluiría en este indicador (de forestal a urbano, de X a Y, etc..) y cuáles no.
Indicadores de Estado	Disponibilidad natural media del agua (promedio anual)	El cálculo de la disponibilidad natural media del agua corresponde a un área geográfica mayor que la del D.F. Requiere de diversas estimaciones, no toma en cuenta la variabilidad y ahora los impactos del cambio climático
	Disponibilidad natural media per cápita (promedio anual)	La disponibilidad natural media per cápita se considera más bien un indicador de presión. No toma en cuenta la variabilidad y ahora los impactos del cambio climático
	Recarga media de los acuíferos (promedio anual)	Se ve afecta por los procesos de urbanización y la tala de los bosques, por lo que se tendrá que monitorear de forma permanente. Hay limitaciones en la medición, así como en la frecuencia de la medición de ésta. Falta un control de medición de la recarga media de los acuíferos. Se deben tomar en cuenta varias condiciones ambientales más allá de la metodología para determinar la recarga. Este indicador debe venir acompañado de los indicadores de volumen concesionado y volumen extraído, para poder hacer el balance. Es muy difícil a medirlo con rigor

	Volumen de agua almacenado en cuerpos de agua superficial (promedio anual)	Este indicador no es de gran utilidad para conocer las reservas de agua disponibles para la Ciudad de México, ya que poco más del 70% del agua es de origen subterráneo, y otra parte importante proviene de cuencas externas; en todo caso habría que conocer las reservas de los cuerpos que le proveen agua en bloque. Se toman los datos de CONAGUA, además que se debe tomar en cuenta la evaporación.
	Calidad del agua (en estaciones de monitoreo): Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Sólidos Totales Suspendidos	El indicador de calidad del agua es muy amplio debido a que existen muchas variables asociadas a la calidad del agua y cuyas unidades de medida son diferentes. Es recomendable proponer otros indicadores sobre la calidad del agua. Relacionar con el indicador 4 de desempeño operativo. Considero que éste es un mejor indicador de estado. Falta de recursos financieros para poder hacer más y mejores monitoreos. Se toman por contenido de cloro y bacterias fundamentalmente. No es un indicador falta referirlo a otros parámetros para que funcione como indicador. Falta cumplimiento de la norma y monitoreo. Incluir otras variables de calidad del agua (Nitrógeno, Fósforo, Metales pesados, etc..) Falta medir parámetros físico químicos y contaminantes emergentes.
Indicadores de Respuesta	Porcentaje de fugas reparadas del total de fugas reportadas en el D.F.	Buscar un valor de referencia ya que el porcentaje de fugas por sí mismo no dice mucho. El volumen "recuperado" por reparación de fugas tiene más sentido. Debe existir un registro confiable de los reportes, así como de su vinculación con las acciones de reparación de fugas. Para que sea indicador es conveniente referirlo al manejo de la confirmación del personal que repara fugas. Necesaria transparencia por parte de las instituciones. Expresado como número de fugas reparadas o como volumen de agua que se ha evitado perder a través de fugas? Replantearse si lo mejor es que se muestre como %Coordinar con indicador 5 de desempeño operativo (directamente relacionados; necesidad de tener los dos?)
	Porcentaje de agua residual tratada anual en el D.F.	La construcción de la PTAR Atotonilco el agua residual será tratada en otra demarcación, se debe considerar esto. Especificar el tipo de tratamiento dado o la calidad de agua con se retorna a los cuerpos de agua. Deben estimarse las aportaciones pluviales al drenaje sanitario que pudieran darse en el periodo de lluvias. Para que sea indicador es conveniente referirlo a algún otro parámetro. Se requiere monitoreo de la calidad del agua que sale. Falta aclarar porcentaje que representa (total volumen agua tratada /vol. agua generada) Este indicador debería ser al menos mensual Incluiríamos de forma separada aguas residuales municipales e industriales? Importante saber q tipo de tratamiento se le da al agua residual para indirectamente estimar la calidad de salida de la misma.
	Porcentaje de agua residual reutilizada anualmente en el D.F.	Deben estimarse las aportaciones pluviales al drenaje sanitario que pudieran darse en el periodo de lluvias. Siempre y cuando ocurra en la misma cuenca. Falta aclarar porcentaje que representa (total volumen agua tratada /vol agua generada) Este indicador debería ser al menos mensual Incluiríamos de forma separada aguas residuales municipales e industriales? Importante saber que tipo de tratamiento se le da al agua residual para indirectamente estimar la calidad de salida de la misma. Necesario revisar el tipo de parámetros de certificación.. Falta aclarar fórmula (respecto a que total se haría el porcentaje?) Que se va a incluir como agua residual reutilizada?
	Construcciones certificadas bajo el esquema de edificios sustentables en el rubro del agua en el D.F.	. Tomar en cuenta los avances en la infraestructura de captación y distribución para armar otros indicadores. El indicador no dice nada si se consideran el universo de edificios potencialmente cuantificables. Realizar estimación de ahorro en las edificaciones.. De repente mejor expresarlo como porcentaje del total de nuevas construcciones? (personalmente no me hago la idea si me dan un valor absoluto).
	Número de equipamientos ambientales por cada millón de habitantes	No queda muy claro el indicador (p.ej. una publicación entraría como equipamiento?)

Anexo 8. Hojas metodológicas del conjunto de indicadores

Indicadores de Desempeño Operativo

Disponibilidad de agua potable	
<p>Justificación: El agua es un servicio básico. Es un indicador de la calidad de vida de la población y de la competitividad del país en materia de prestación de servicios. La disponibilidad de agua potable, es un elemento clave para combatir las enfermedades transmitidas por el agua. El acceso al agua potable se refiere a tres variables a medir: la forma en la que se dispone el agua potable en una vivienda, la frecuencia de la disponibilidad y la calidad con que la recibe la población.</p>	
Nombre:	Disponibilidad de agua potable
Definición breve:	Grado de disponibilidad del agua potable de acuerdo con su accesibilidad y frecuencia.
Unidad de medida:	Puntuación de 0 a 100.
Objetivos y metas:	Incrementar el acceso de la población al agua potable dentro de su vivienda todos los días del año, las 24 horas del día.
Definiciones y conceptos:	Población abarcada: Incluye tanto a población urbana y rural cuyas viviendas están conectadas a la red de suministro de agua, o a la población sin conexiones a la casa pero que
Método de medición:	$\frac{\sum_{i=1}^n C_{dn} P_{dn} + \sum_{i=1}^n C_f P_{fm} \cdot m}{m} = \text{Indicador de disponibilidad de agua}$ Donde C _{dn} = Coeficiente de acceso al agua potable (Varía de 0.5 a 0 dependiendo de la forma de acceso) P _{dn} =Porcentaje de viviendas con x forma de acceso al agua potable. C _f =Coeficiente de frecuencia del servicio(varía de0.5 a 0 dependiendo de las horas de servicio) P _{fm} =Porcentaje de viviendas con m horas de servicio y m= horas de servicio al mes.
Periodicidad:	quinquenal
Escala:	Entidad
Observaciones al indicador:	Adicionalmente se requiere tomar en cuenta la calidad del agua potable, pues la disponibilidad de una cantidad de agua no garantiza que esta sea de calidad.
Fuentes de datos:	INEGI, SACM
Posibles limitaciones del Indicador	Debido a las variaciones en la calidad del agua, el indicador debe contemplar en conjunto la calidad del agua.

Cobertura de Alcantarillado	
Justificación: Es un indicador clave para medir la calidad de vida de la población. El indicador identifica el porcentaje de población que no cuenta con este servicio básico esencial, permitiendo focalizar políticas públicas para mejorar la calidad de vida de los habitantes	
Nombre:	Cobertura de alcantarillado
Definición breve:	Grado de acceso a instalaciones sanitarias para la eliminación de excrementos humanos en su vivienda o las proximidades inmediatas a esta.
Unidad de medida:	Puntuación 0 a 100
Objetivos y metas:	Lograr una cobertura total y adecuada para la eliminación de excrementos humanos en su vivienda.
Definiciones y conceptos:	Cobertura de alcantarillado:
Método de medición:	$\sum_{n=1}^N C_{an} P_{an} = \text{Indicador de cobertura de alcantarillado}$ <p>Donde Cdn=Coeficiente de cobertura de alcantarillado (Varía de 1 a 0 de acuerdo con la forma de desalojo de aguas residuales) Pan=Porcentaje de viviendas con x forma de descarga de aguas residuales</p>
Periodicidad:	Quinquenal
Escala:	Entidad
Observaciones al indicador:	no aplica
Fuentes de datos:	INEGI
Limitaciones:	no aplica

Calidad del agua potable para consumo humano	
Justificación: El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características microbiológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas, con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua en los sistemas, hasta la entrega al consumidor.	
Nombre:	Calidad del agua potable
Definición breve:	Porcentaje de cumplimiento de los parámetros microbiológicos, físicos, organolépticos, químicos y radiactivos, de acuerdo con las Normas de Sanidad.
Unidad de medida:	Puntuación 0 a 100
Objetivos y metas:	Lograr el cumplimiento total de las propiedades del agua para que ésta sea apta para el consumo humano
Definiciones y conceptos:	<p>Agua para uso y consumo humano, agua que no contiene contaminantes objetables, ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos para la salud. También se denomina como agua potable.</p> <p>Características microbiológicas, debidas a microorganismos nocivos a la salud humana. Para efectos de control sanitario se determina el contenido de indicadores generales de contaminación microbiológica, específicamente organismos coliformes totales y Escherichia coli o coliformes fecales.</p> <p>Características físicas y organolépticas, las que se detectan sensorialmente. Para efectos de evaluación, el sabor y olor se ponderan por medio de los sentidos y el color y la turbiedad se determinan por medio de métodos analíticos de laboratorio.</p> <p>Características químicas, las debidas a elementos o compuestos químicos, que como resultado de la investigación científica, se ha comprobado que pueden causar efectos nocivos a la salud humana.</p> <p>Características radiactivas, aquellas resultantes de la presencia de elementos radiactivos.</p>
Método de medición:	Número de muestras que cumplen las normas de salud/ Numero de muestras realizadas
Periodicidad:	Anual
Escala	Entidad
Observaciones:	
Fuentes de datos:	SACM
Posibles limitaciones del Indicador	La NOM 1994 no mide algunos elementos fundamentales para determinar la potabilidad del agua (

Indicadores de Presión

Dependencia de fuentes externas	
Justificación: El grado de dependencia de fuentes externas de agua potable de una ciudad indican un nivel de sobreexplotación de las fuentes internas; así como una mayor afectación al medio ambiente al modificar el ciclo hidrológico de una cuenca.	
Nombre:	Dependencia de fuentes externas de agua
Definición breve:	Porcentaje del volumen de agua proveniente de fuentes ubicadas fuera de la entidad
Unidad de medida:	Porcentaje
Objetivos y metas:	Disminución de la dependencia de fuentes externas
Definiciones y conceptos:	Fuentes de agua internas. Aquéllas localizadas dentro de la entidad o localidad a la que se abastece. Fuentes de agua externas. Aquéllas localizadas fuera de la entidad o localidad a la que se abastece.
Método de medición:	Los datos provienen del Sistema de Aguas de la Ciudad de México, que recibe y administra los caudales importados de otras cuencas y estados.
Periodicidad:	Anual.
Escala:	Entidad
Observaciones :	Es un indicador que responde a políticas de largo plazo
Fuentes de datos:	Sistema de Aguas de la Ciudad de México
Posibles limitaciones del Indicador:	El indicador debe de ser contrastado en conjunto con la sobreexplotación del recurso en la localidad.

Tasa de cambio de uso de suelo de conservación.	
Justificación: El suelo de conservación, donde se encuentran zonas boscosas y agrícolas, cumple diversas funciones ecológicas importantes dentro del ciclo hidrológico. Mantener la mayor área posible es importante para prevenir inundaciones y favorecer la recarga del acuífero.	
Nombre:	Tasa de cambio de uso de suelo de conservación
Definición breve:	Tasa que expresa el crecimiento o decrecimiento del número de hectáreas que han sufrido cambios de uso de suelo agrícola o forestal a uso de suelo urbano.
Unidad de medida:	Hectáreas
Objetivos y metas:	Preservación del suelo de conservación
Definiciones y conceptos:	Suelo de conservación: Se considera suelo de conservación a la zonas que tienen uso de suelo rural y forestal.
Método de medición:	<u>Hectáreas con uso urbano en suelo de conservación en el año x2-</u> Área de suelo de conservación en el año x1
Periodicidad:	Irregular
Escala:	Entidad
Observaciones :	Es un indicador que responde a políticas de largo plazo
Fuentes de datos:	Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal
Posibles limitaciones del Indicador:	Las metodologías para determinar el cambio por uso de suelo no siempre son las mismas. Adicionalmente pueden existir cambios de uso de suelo forestal a agrícola, degradación de ambos sin que necesariamente exista el uso urbano.

Porcentaje de sobreexplotación del agua	
Justificación: Los acuíferos que se encuentran en una relación de desequilibrio entre la extracción y recarga de agua se consideran sobreexplotados. A medida que existe una mayor explotación del recurso existe una mayor vulnerabilidad hídrica.	
Nombre:	Porcentaje de sobreexplotación del agua
Definición breve:	Relación entre el volumen de extracción de agua y el volumen de recarga de acuíferos y aguas superficiales.
Unidad de medida:	Porcentaje
Objetivos y metas:	Procurar un nivel de extracción que mantenga el balance entre el volumen de extracción de agua y el volumen de agua de recarga.
Definiciones y conceptos:	Disponibilidad natural de agua representa el volumen de agua neto por año existente en un territorio. Extracción total de agua. representa
Método de medición:	(Extracción total anual de agua/disponibilidad natural media) x 100
Periodicidad:	Anual
Escala:	Entidad
Fuentes de datos:	CONAGUA
Posibles limitaciones del Indicador:	La estimación de la extracción asume que los usuarios utilizan aproximadamente el mismo volumen que tienen concesionado. La metodología para el cálculo de la disponibilidad de agua ha cambiado con el tiempo. La información disponible corresponde a la región hidrológica administrativa determinada por la CONAGUA, que abarcan más de una cuenca hidrográfica.

Indicadores de Estado

Disponibilidad natural media del agua	
Justificación: Conocer la disponibilidad del agua en las cuencas hidrológicas es sumamente relevante ya que, a partir de sus magnitudes, se podrán establecer los niveles de escasez o abundancia, asignar equitativamente los requerimientos de los usuarios o llevar a cabo la planeación del recurso agua a corto, mediano o largo plazo.	
Nombre:	Disponibilidad natural del agua en la región
Definición breve:	Volumen de agua neto existente en un territorio
Unidad de medida:	Metros cúbicos al año por región hidrológica
Objetivos y metas:	
Definiciones y conceptos:	Las regiones administrativas son áreas territoriales definidas de acuerdo con criterios hidrológicos y cada región está constituida por una o varias cuencas. Con este tipo de esquema, se considera a la cuenca como la unidad básica más apropiada para el manejo del agua, y al municipio como la unidad mínima administrativa del país.
Método de medición:	$ \begin{array}{r} \text{Disponibilidad media anual de agua} \\ \text{superficial en la cuenca hidrológica} \\ \\ \text{Volumen medio anual de} \\ \text{escurrimiento de la cuenca hacia} \\ \text{aguas abajo} \\ \\ \text{Volumen medio anual de} \\ \text{escurrimiento desde la cuenca agua} \\ \text{arriba} \\ \\ \text{Volumen medio anual de} \\ \text{escurrimiento natural} \\ \\ \text{Volumen anual de importaciones} \\ \\ \text{Volumen anual de exportaciones} \\ \\ \text{Volumen actual anual} \\ \text{comprometido aguas abajo} \\ \\ \text{Volumen anual de retornos} \\ \\ \text{Volumen anual de extracción de} \\ \text{agua superficial} \end{array} $
Periodicidad:	Anual
Escala:	Región Hidrológica
Observaciones al indicador:	El cálculo de este indicador es realizado por la CONAGUA, el método de cálculo ha variado en los últimos años, por lo que el indicador puede tener variaciones relacionadas con el método de cálculo. Este indicador depende enteramente de las condiciones naturales de una región.
Fuentes de datos:	CONAGUA
Posibles limitaciones del Indicador	Una región hidrológica administrativa no corresponde a una cuenca hidrográfica.

Disponibilidad natural del agua per cápita	
<p>Justificación: La disponibilidad natural media de agua por habitante en un año es un indicador fundamental para evaluar la situación de los recursos hídricos de una cuenca hidrológica. Se considera que existe una escasez extrema cuando es menor a mil metros cúbicos por habitante por año, valor que limita drásticamente las posibilidades de desarrollo. La disponibilidad presenta una escasez crítica si su valor se encuentra entre mil y mil 700 metros cúbicos por habitante por año, situación en la cual es necesario tomar medidas urgentes para preservar el recurso. Se tienen disponibilidades bajas y medias si los valores oscilan entre mil 700 y 5 mil metros cúbicos por habitante por año, y 5 mil y 10 mil metros cúbicos por habitante por año, respectivamente. Si las magnitudes son superiores a 10 mil metros cúbicos por habitante por año, se considera que hay una disponibilidad alta.</p>	
Nombre:	Disponibilidad natural del agua per cápita
Definición breve:	La disponibilidad natural media de agua per cápita indica la cantidad de agua renovable promedio anual por persona.
Unidad de medida:	Metros cúbicos por habitante al año
Objetivos y metas:	Alcanzar un equilibrio entre la disponibilidad natural del agua y el tamaño de la población
Definiciones y conceptos:	Disponibilidad natural media: volumen total de agua renovable superficial y subterránea que ocurre en forma natural en una región. Escurrimiento natural medio superficial: parte de la precipitación media histórica que se presenta en forma de flujo en un curso de agua. Recarga media de acuíferos: es el volumen medio anual de agua que se infiltra a un acuífero
Método de medición:	Volumen de agua disponible en un año/ Número de habitantes
Periodicidad:	Quinquenal
Escala:	Región Hidrológica
Observaciones al indicador:	La disponibilidad natural varía en función del crecimiento poblacional. El indicador no muestra las diferencias en disponibilidad de agua por región
Fuentes de datos:	INEGI, CONAGUA
Posibles limitaciones del Indicador	La escala de este indicador sobrepasa a la zona de estudio, donde el crecimiento poblacional juega un papel importante en la disponibilidad de la región, y no necesariamente depende de políticas públicas.

Calidad del agua en estaciones de monitoreo: Demanda Química de Oxígeno	
<p>Justificación: La calidad del agua es una medida crítica de las propiedades químicas y biológicas de los sistemas acuáticos que dependen del mantenimiento de una condición del agua específica para poder sostener procesos bioquímicos necesarios para la vida de plantas y animales. En el caso de la Demanda Química de Oxígeno, es el principal indicador de la salud de un cuerpo de agua natural. La presencia de oxígeno denota condiciones aerobias en el cuerpo de agua y la ausencia de olores desagradables.</p>	
Nombre:	Calidad del agua superficial Demanda Química de Oxígeno
Definición breve:	Contenido de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos expresado en miligramos por litro.
Unidad de medida:	mg/l
Objetivos y metas:	Alcanzar parámetros de excelente calidad menor o igual a 10mg/l
Definiciones y conceptos:	Es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO ₂ /l).
Método de medición:	<p>Promedio de los valores registrados en las estaciones de monitoreo para el parámetro de la DQO durante un año calculado mediante la siguiente fórmula.</p> $P_t = \frac{1}{n} \sum_{y=1}^n PE_y$
Periodicidad:	Anual
Escala	Puntos de Muestreo
Observaciones al indicador:	El indicador se encuentra subdividido en tres componentes principales: DBO, DQO y Sólidos Suspendedos Totales
Fuentes de datos:	CONAGUA
Posibles limitaciones del Indicador	La DQO varía en función de las características de las materias presentes, de sus proporciones respectivas, de sus posibilidades de oxidación y de otras variables. Es por esto que la reproductividad de los resultados y su interpretación no pueden ser satisfechos más que en condiciones de metodología de ensayo bien definidas y estrictamente respetadas.

Calidad del agua en estaciones de monitoreo: Demanda Bioquímica de Oxígeno	
Justificación: La contaminación del agua por materia orgánica se evalúa con la demanda bioquímica de oxígeno, que refleja la cantidad de este gas que se requiere para descomponer ese tipo de desechos. La putrefacción de la materia orgánica y la falta de oxígeno se asocian con condiciones sépticas, de mal olor y sabor del agua que impiden su aprovechamiento.	
Nombre:	Calidad del agua superficial Demanda Bioquímica de Oxígeno
Definición breve:	Contenido de sustancias susceptibles de ser oxidas por medios químicos expresados en miligramos por litro.
Unidad de medida:	mg/l
Objetivos y metas:	Alcanzar parámetros de excelente calidad menor o igual a 3mg/l
Definiciones y conceptos:	Parámetro que mide el contenido de materia orgánica biodegradable que posee un cuerpo de agua y la cantidad de oxígeno necesaria para su descomposición. También llamada demanda biológica de oxígeno.
Método de medición:	Promedio de los valores registrados en las estaciones de monitoreo para el parámetro de la DBO durante un año calculado mediante la siguiente fórmula. $Pt = \frac{1}{n} \sum_{y=1}^n PEy$
Periodicidad:	Anual
Escala	Puntos de muestreo
Observaciones al indicador:	El indicador se encuentra subdividido en tres componentes principales: DBO, DQO y Sólidos Suspendidos Totales
Fuentes de datos:	CONAGUA
Posibles limitaciones del Indicador	

Calidad del agua en estaciones de monitoreo Sólidos Suspendidos Totales	
<p>Justificación: La calidad del agua es una medida crítica de las propiedades químicas y biológicas de los sistemas acuáticos que dependen del mantenimiento de una calidad del agua específica para poder sostener procesos bioquímicos necesarios para la vida de plantas y animales. En el caso de los Sólidos suspendidos totales causan turbiedad en el agua y reducen la penetración de la luz solar al cuerpo de agua. Los sólidos suspendidos son una limitante para el crecimiento de algas en el lago.</p>	
Nombre:	Calidad del agua superficial Demanda Química de Oxígeno
Definición breve:	Contenido de material (sólidos) que es retenido después de filtrar un volumen de agua.
Unidad de medida:	mg/l
Objetivos y metas:	Alcanzar parámetros de excelente calidad menor, o igual a 25mg/l
Definiciones y conceptos:	Corresponde a la cantidad de material (sólidos) que es retenido después de realizar la filtración de un volumen de agua.
Método de medición:	<p>Promedio de los valores registrados en las estaciones de monitoreo para el parámetro de la DBO durante un año calculado mediante la siguiente fórmula.</p> $P_t = \frac{1}{n} \sum_{y=1}^n P_{E_y}$
Periodicidad:	anual
Escala:	Puntos de Muestreo/ Entidad
Observaciones al indicador:	El indicador se encuentra subdividido en tres componentes principales: DBO, DQO y Sólidos Suspendidos Totales
Fuentes de datos:	CONAGUA
Posibles limitaciones del Indicador	

Indicadores de Respuesta

Volumen de agua recuperada por reparación de fugas	
Justificación: En las ciudades mexicanas el volumen de agua que se pierde por fugas representa un porcentaje importante. En la medida en que se reduzcan las pérdidas por fugas se disminuyen tanto las presiones al recurso así las pérdidas económicas.	
Nombre:	Volumen de agua recuperada por reparación de fugas.
Definición breve:	Es el volumen estimado de agua que se recupera a consecuencia de la reparación de fugas en la red de agua potable.
Unidad de medida:	Porcentaje
Objetivos y metas:	Disminuir el volumen de agua que se pierde en fugas
Definiciones y conceptos:	Fugas de agua en la red
Método de medición:	Volumen de agua estimada que se recupera por reparación de fugas./ Volumen de agua estimada que se pierde en fugas
Periodicidad:	Anual
Escala	Estatal
Observaciones :	No existen datos para el cálculo de este indicador, solo se tienen estimaciones
Fuentes de datos:	SACM
Posibles limitaciones del Indicador:	Hasta ahora no se conoce de estimaciones confiables en la medición de los volúmenes de agua que se pierden en fugas y tampoco se sabe cómo se realizan los cálculos para estimar los volúmenes de agua recuperados por la reparación de fugas de agua.

Porcentaje de agua residual tratada y reutilizada	
Justificación: Una medida para disminuir la explotación del recurso consiste en el reúso de las aguas residuales.	
Nombre:	Porcentaje de aguas residuales tratada y reutilizada
Definición breve:	Es la proporción de aguas residuales reutilizadas del volumen total de aguas residuales producidas
Unidad de medida:	Porcentaje
Objetivos y metas:	Lograr un reúso del 100% de total de aguas residuales producidas
Definiciones y conceptos:	Aguas residuales: El término agua residual define un tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales.
Método de medición:	Volumen de agua residual tratada y reutilizada/ Volumen de agua residual producida
Periodicidad:	Anual
Escala	Entidad
Observaciones :	
Fuentes de datos:	SACM
Posibles limitaciones del Indicador:	

Porcentaje de agua residual tratada	
Justificación; El incremento de la contaminación y la destrucción de los ecosistemas a nivel mundial está afectando la capacidad de la naturaleza para purificar el agua. Una de las medidas de respuesta más efectivas para frenar este problema es el tratamiento de las aguas residuales, tanto municipales como industriales, que tiene por objeto remover los contaminantes del agua para poder reusarla o verterla a los cuerpos de agua sin peligro. El indicador agua residual que recibe tratamiento es una medida del esfuerzo para reducir la presión sobre la calidad de las aguas naturales, así como sobre su disponibilidad, ya que posibilita su reúso para algunas actividades, dependiendo del tipo de tratamiento recibido.	
Nombre:	Porcentaje de aguas residuales tratada y reutilizada
Definición breve:	Es la proporción de aguas residuales tratadas en relación con el volumen total de aguas residuales producidas
Unidad de medida:	porcentaje
Objetivos y metas:	Lograr el tratamiento de l 100% de total de aguas residuales producidas
Definiciones y conceptos:	El agua residual es el agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales.
Método de medición:	Volumen de agua residual tratada / Volumen de agua residual producida
Periodicidad:	Anual
Escala	Entidad
Observaciones :	
Fuentes de datos:	SACM
Posibles limitaciones del Indicador:	Existen diferentes niveles de tratamiento de aguas residuales, la información disponible no hace diferencia entre los diversos tipos de tratamiento de aguas residuales Y por tanto de las distintas calidades de agua tratada que se produce