

La sed urbana.
La ciudad como construcción hidráulica

COLECCIÓN INVESTIGACIONES

LA SED URBANA
LA CIUDAD COMO
CONSTRUCCIÓN HIDRÁULICA

FRANCISCO PEÑA
(COORDINADOR)



EL COLEGIO
DE SAN LUIS

333.9112

S447

La sed urbana. La ciudad como construcción hidráulica / Francisco Peña (coordinador). — 1ª edición. — San Luis Potosí, San Luis Potosí : El Colegio de San Luis, A.C., 2013

172 páginas : ilustraciones, tablas, cuadros, mapas ; 23 cm. — (Colección Investigaciones)

Incluye bibliografía a pie de página y al final de cada capítulo.

ISBN: 978-607-7601-96-8

1. Agua — Abastecimiento — México 2. Agua — Administración — Hispanoamérica. I. Peña, Francisco, coordinador II. s.

Primera edición 2013

Diseño de portada: Natalia Rojas Nieto

D.R. © Todos los textos son propiedad de sus autores

D.R. © El Colegio de San Luis

Parque de Macul 155

Colinas del Parque

San Luis Potosí, 78299

ISBN 978-607-7601-96-8

Impreso y hecho en México

ÍNDICE

Presentación. El misterio de la sed urbana. La ciudad como construcción hidráulica / <i>Francisco Peña</i>	9
Abastecimiento de agua a São Paulo / <i>Valeria Nagy de O Campos</i>	21
La gestión del bolsón del Hueco para el abastecimiento de agua a Ciudad Juárez y El Paso, Texas: expectativas técnicas y políticas / <i>Gustavo Córdova Bojórquez</i>	61
El abasto de agua a Managua, Nicaragua: características y problemática / <i>Germán Santacruz De León</i>	85
Problemas, estrategias y experiencias en el abasto de agua a la ciudad de La Habana / <i>José Evelio Gutiérrez Hernández</i>	117
Fronteras de agua: El abasto a la ciudad de San Luis Potosí / <i>Francisco Peña</i>	145

PRESENTACIÓN. EL MISTERIO DE LA SED URBANA. LA CIUDAD COMO CONSTRUCCIÓN HIDRÁULICA

FRANCISCO PEÑA

Este libro reúne cinco estudios sobre el abastecimiento de agua a distintas ciudades de América. Pese a la diversidad de los casos que se describen y analizan, el lector podrá identificar una constante: la ciudad como una entidad insaciable en la demanda de agua. Todos los autores mencionan que en algún momento las autoridades locales o nacionales consideraron haber dado con el plan perfecto que aseguraría, por fin, el abasto seguro y suficiente, para pocos años después darse cuenta que se trataba de una conclusión demasiado optimista. Al analizar con detenimiento los trabajos presentados aquí, la ciudad se nos ofrece como una obra hidráulica que expresa un determinado tipo de relaciones sociales para apropiarse de un bien común y *marcar* el espacio socializado, el territorio, con obras que muestran en su propia materialidad el tipo de acuerdos a los que llegan los distintos actores involucrados.

El libro se organizó en el marco de mi proyecto “Territorios, Políticas y Culturas del Agua”, justo por esa condición que tiene la ciudad, de producir un tipo de consumo voraz del líquido que no tiene que ver con una demanda biológica, sino cultural, de estilo de vida que termina succionando el agua aún de sitios muy lejanos. Esto hace que incluso en lugares particularmente húmedos como los casos de Cuba y Nicaragua, nunca se asegura el abasto pleno. La ciudad como obra hidráulica es —en términos amplios— un producto sociopolítico y, por lo tanto, histórico. Con esa orientación básica, los autores aquí reunidos describen y analizan las distintas acciones articuladas por el imperativo de llevar agua a las ciudades, la entidad moderna que, a juzgar por las obras ejecutadas, es la más sedienta.

Durante los últimos 25 años hemos asistido a la multiplicación de los discursos que alertan sobre la escasez del agua en nuestro planeta. Una buena parte de los textos difundidos a partir del último cuarto del siglo XX nos ofrecen un panorama apocalíptico y afirman que las próximas guerras serán por agua. El manejo del líquido se ha convertido en un tema prioritario de la agenda internacional, organismos como el Banco Mundial (BM), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) se dieron a la tarea de construir fórmulas de gestión para los países en desarrollo con la pretensión de ser las únicas posibles.

El razonamiento que sostiene a las políticas del Banco Mundial es muy simple: el agua es un bien indispensable, vital y escaso en el mundo, por lo tanto la clave para su buen uso radica en venderla por lo que vale, o mejor aún, dedicarla a los usos en donde se pague efectivamente su valor. Se afirma que esa es la única manera de asegurar su uso eficiente y el camino para garantizar la protección ambiental.¹ Según esta opinión, bastaría reducir la presencia del Estado en el manejo del agua y estimular el aumento de la inversión privada en el sector, para conseguir un crecimiento sustancial en la eficiencia administrativa. Por ahora, el optimismo económico-administrativo, se ha revelado incapaz de enfrentar la complejidad del manejo del agua, al no tomar en cuenta las condiciones de ambigüedad y conflicto de las relaciones sociales para obtener, conducir, distribuir, usar y desalojar el líquido, ni la multiplicidad de factores que están involucrados en esos procesos. De vez en cuando, los promotores de estas políticas se ven obligados a aceptar que las fórmulas propuestas no funcionan, aunque siempre terminan por responsabilizar del fracaso a otros actores.

La gestión del agua, es decir, la búsqueda, disputa, apropiación, administración y uso del líquido por grupos humanos es un campo de interacción social y de intercambio entre la sociedad y el medio natural, privilegiado para el análisis del tipo de relaciones sociales que se establecen en la construcción del territorio. Los usos sociales del agua de ninguna manera agotan la interacción de la sociedad con su medio biofísico, pero algunas de sus características han favorecido que el estudio de

¹ Roemer (1997) ofrece este argumento en forma nítida.

ese campo sea en la actualidad un referente importante sobre el tipo de interacciones que establece la sociedad con su entorno.²

Actualmente la disponibilidad de agua en el mundo y en un país difiere mucho de un lugar a otro; las ciudades más grandes y pobladas se convierten en poderosas fuerzas de presión sobre los recursos de agua disponibles en el entorno. En América Latina, 13 grandes ciudades concentran la cuarta parte de la población total del subcontinente; por su número de habitantes, encabezan la lista São Paulo, la Ciudad de México y el gran Buenos Aires. Se trata de un caso de concentración demográfica alarmante, que no tiene comparación con las ciudades más pobladas de países con un mayor número de habitantes, esas ciudades encabezan también la lista de las que mayores demandas de agua presentan. Agobiadas en un círculo permanente de falta de disponibilidad, los gobiernos parecen enfrentarse a una tarea de nunca acabar: traer crecientes volúmenes de agua, para confirmar que lo único en aumento es la demanda.

Algunos estudiosos opinan que la crisis del agua es expresión del estilo de crecimiento urbano, particularmente de los países periféricos, donde las grandes aglomeraciones citadinas crecieron durante la segunda mitad del siglo XX, relativamente mucho más de lo que sucedió con las ciudades de los países desarrollados durante los siglos XIX y XX.

Las ciudades analizadas aquí —La Habana, Sao Paulo, Managua, Ciudad Juárez y San Luis Potosí— enfrentan graves problemas para garantizar el abasto regular de agua a sus habitantes; se trata de ciudades que extraen del subsuelo o importan desde otras regiones —o ambas cosas a la vez— volúmenes crecientes de agua para sus habitantes y para las actividades industriales y comerciales que albergan. Sorprende que pese a las dificultades para obtener agua en esos sitios, las autoridades correspondientes hagan poco —casi nada— para evitar el crecimiento de esa demanda, por el contrario fomentan el establecimiento de industrias de alto consumo de agua o que son importantes contaminadores de las corrientes; permiten y respaldan la invasión de las zonas de recar-

² La búsqueda y manejo de agua por grupos humanos se trata de una relación socio-natural ineludible. Pese a su gran variabilidad cultural, mantiene un sustrato de urgencia fisiológica fuera de duda. La escala del ciclo hidrológico y, por lo tanto, su deslocalización obliga a considerar las relaciones sociales también en escalas mayores.

ga de los acuíferos e incentivan la especulación inmobiliaria que hace crecer la mancha urbana.

México tiene un papel significativo como ejemplo de esta tendencia, fundamentalmente a partir de lo que sucede en la capital federal. La Ciudad de México es posiblemente el ejemplo más crítico de la gestión del agua urbana en el subcontinente. Originalmente asentada en un valle con abundante agua superficial que formaba un amplio sistema lacustre, la capital del país dedicó sus esfuerzos a desecar esos lagos y ahora está hundiéndose por la extracción de agua que realiza de su propio suelo, a la vez que importa agua desde muy lejos; 70 por ciento del agua utilizada la extrae de 3 000 pozos que están en el valle de México. El otro 30 por ciento proviene de sitios lejanos: los pozos que perforó en la parte alta de la cuenca del río Lerma y las presas del sistema Cutzamala. La importación a la capital del país de agua del valle donde nace el río Lerma significó secar los manantiales que abastecían una actividad agrícola importante, sustento de los campesinos de aquella zona en el valle de Toluca (Boehm, 1999).

La ciudad de México se ha convertido en un paradigma para el abasto de agua de las ciudades en México; los ejemplos aquí analizados de San Luis Potosí y Ciudad Juárez así lo muestran. Pero no es muy diferente la historia de otras capitales de América latina, como los casos de La Habana y Managua que aquí se estudian. Sao Paulo es un caso paradigmático, muestra que no es necesario ser el centro político-administrativo de un país para enfrentarse a una crisis permanente en el abasto. Se trata de un modelo urbano concentrador que responde a dinámicas económicas y culturales profundas, incluso al margen de la forma en que se construyen las administraciones políticas centrales de un país.

Las evidencias destacan que el problema no se reduce a una falta de disponibilidad biofísica. Aún las ciudades con altos niveles de precipitación y con cuerpos de agua superficial se enfrentan a la fragilidad del abasto para sus habitantes. Es el caso, por ejemplo, de La Habana o de Managua. Una mirada superficial revela que faltan más recursos humanos, financieros y políticos, que agua. Aunque en los estudios aquí reunidos no es posible informar de los detalles al interior de las ciudades analizadas, se conoce que las carencias de todo

tipo y en particular de agua, no son homogéneas en ninguna ciudad. No es ausencia, sino inequidad en el acceso. Las favelas, colonias marginales o callampas padecen siempre de un abasto insuficiente de aguas de mala calidad. Los cinturones industriales, los fraccionamientos de clases medias y altas cuentan con abasto seguro aún antes de ocupar el lugar.

Una corriente de urbanistas piensa que lo sensato es construir las ciudades donde hay más disponibilidad de agua y evitar que todas las ciudades crezcan hasta niveles donde amenazan el entorno por el deterioro ambiental que genera su manera de abastecerse de agua. Contra esta premisa, las ciudades latinoamericanas crecen cada día más, sobre todo las más industrializadas.

LA CIUDAD COMO ORGANIZADORA DE LOS SISTEMAS HÍDRICOS

Como líquido vital, el agua es abundante en el planeta pero impredecible y escasa en relación con las necesidades específicas que cubre en cada sociedad, lo es por su distribución geográfica desigual y porque no cualquier tipo de agua satisface esas necesidades particulares, sin embargo, es evidente que la presencia de la ciudad contemporánea introdujo cambios profundos en esa situación, la ciudad ha conseguido rearticular los sistemas hidráulicos y ha forzado a la naturaleza para asegurarse un abasto regular del agua de consumo urbano —doméstico, industrial, de servicios—, al subordinar amplias áreas rurales y asegurar que las necesidades específicas de agua que tiene sean puntualmente satisfechas. Una vez usada el agua por los habitantes de la ciudad debe ser desalojada. La cultura de consumo urbano de agua obliga a las autoridades de la ciudad a buscar un sitio para desalojar sus desechos.

El abasto y desalojo de agua de las ciudades tiene como punto nodal el criterio de calidad. Se trae agua cuya calidad permite el consumo humano, se expulsa el agua sucia de calidad no apta para las personas. El desalojo de las aguas residuales urbanas se vincula con su uso en la agricultura bajo el supuesto de que la calidad del agua residual es apropiada para la producción agrícola. Si se busca un tipo de agua y se

desaloja otra es bajo criterios de calidad que corresponden a un estilo de vida urbano.

Aguilera ha explicado que “el agua es mucho más que un factor de producción o que un recurso natural, sea o no objeto de transacciones mercantiles. *El agua es fundamentalmente, un activo social de carácter básico puesto que, como se señala con frecuencia, sin agua no hay vida*” (1995: 360). Esto es así porque las características físicas y químicas del agua

son las que permiten que se lleven a cabo los procesos biológicos, pero al mismo tiempo es la mayor o menor disponibilidad de agua, así como su gestión... la que posibilita la *consecución de un determinado estilo de vida o de desarrollo*... Tanto el volumen existente de agua como *la tecnología y criterios de los que disponemos para su uso*, es decir, lo que podemos llamar la cultura del agua, *condicionan* de manera clara el estilo de vida de la población (*idem*).

Por eso, el tipo de disponibilidad del líquido no puede verse sólo desde el ámbito estrecho de costos monetarios, sino como un asunto que involucra la vida entera de la sociedad. Cada época histórica y cada tipo de sociedad tiene una manera de proveerse, consumir y relacionarse con el agua y a través de ella.

Las características del agua que la ciudad demanda son distintas a las del líquido que desaloja. ¿Cómo se establecen esas cualidades para su uso? Se trata de una construcción cultural; es una mezcla de saberes técnicos y científicos, construcciones simbólicas y comprobaciones empíricas. Para ilustrar a lo que me refiero anotaré dos ejemplos:

- 1) Antes de que fueran descubiertos los microbios y la relación causal de los mismos con diversas enfermedades, las damas inglesas saboreaban su té sin hervir el agua, que en los siglos XVII, XVIII y XIX ni de lejos tenía las cualidades de potabilidad del agua londinense actual. Hoy ninguna dama inglesa se atrevería a tomar de aquella agua, sabe y cree que es dañina.
- 2) En la actualidad, gracias al avance de los procesos de tratamiento, es perfectamente posible que las aguas residuales recuperen una calidad de potabilización óptima, sin embargo, es común que la población rechace la idea de beber agua que sale de una planta de

tratamiento, aunque varios comités científicos le aseguren que está limpia. Por esa razón, los expertos recomiendan destinar el agua regenerada para la recarga de acuíferos, porque “permite suprimir la identidad del agua infiltrada que, al mezclarse en proporciones adecuadas con aguas de diferente origen y permanecer un tiempo determinado en el acuífero, *adquiere una nueva calificación de natural y puede ser considerada como un recurso hidráulico adicional*” (Mujeriego, 1993: 142, sub.nto).

Considerar el agua como activo social es valorarla en sus funciones más amplias, no sólo como recurso productivo, sino como factor decisivo de un estilo de vida, que forma parte del paisaje, con una connotación estética y un papel relevante en el mantenimiento del conjunto de la vida social. En ese concepto adquiere importancia el papel del agua en la salud y la enfermedad, y en la definición de lo limpio y lo sucio.

La relación del agua con la cultura de una sociedad —en términos de para qué se usa y cómo se usa— es pertinente para analizar el caso urbano, particularmente con respecto a la relación del agua y la salud.

En un libro capital para entender de qué forma el agua llegó a jugar un nuevo papel en la vida cotidiana de las sociedades occidentales a partir de fines del siglo XIX, Goubert detalló la historia del descubrimiento social de la relación salud-enfermedad y agua (*cf.*, Goubert, 1989).

El descubrimiento de que el agua era fuente de numerosas enfermedades definió criterios de calidad que debían ser probados con nuevos métodos, sometiéndola a estudios microbiológicos y procesos de desinfección. A partir de ese momento el agua será monitoreada, distribuida y desalojada, y cambiará radicalmente el medio físico de las ciudades y los poblados. A partir de entonces será una prioridad pública contar con abasto de agua microbiológicamente pura y con una red de drenaje para desechos sólidos y líquidos. Por ese lado se trató de una modificación material que involucró a ingenieros y constructores, por lo que se marcó la construcción urbana también como construcción hidráulica.

Asimismo, al hacer propias las nuevas medidas higiénicas hasta dejarlas marcadas en hábitos corporales *naturalizados*, se forjaron y adoptaron socialmente nuevas actitudes y comportamientos. Desde el baño

frecuente hasta el uso del retrete con agua corriente significaron formas distintas de pensar al cuerpo y su relación con el medio. Hasta el siglo XIX, en el campo francés era dominante la idea de que el baño frecuente debilitaba al organismo y lo hacía víctima fácil de enfermedades; además, los campesinos mantenían en la puerta de la vivienda el estercolero para abono de la parcela sin que fuera motivo de sorpresa para nadie.

El nuevo conocimiento médico actuó sobre el mundo como un cirujano, extirpando el conocimiento anterior a través de instrumentos como la escuela, la prensa y los sindicatos. Aunque todos los grupos sociales tienen un concepto de lo sucio y lo limpio, de lo puro e impuro, y aunque es común asociar el agua a la salud espiritual y física, la sociedad occidental contemporánea asoció la pureza del agua con determinados criterios de calidad microbiológica gracias a los avances del conocimiento científico. La higiene es un concepto de limpieza especial, que prescribe determinados hábitos, y entre ellos un tipo de comportamiento con el agua, sostenido con una argumentación científica; de líquido sagrado, el agua pasó a ser profana pues debía someterse a múltiples estudios con el fin de garantizar su idoneidad para el consumo humano.

Desde esa perspectiva, la garantía de pureza del líquido no lo da el que salga de un pozo o un manantial, sino la manera en que cumple determinados estándares físico-químicos y bacteriológicos. Debemos anotar, sin embargo, que la adopción de estos criterios por parte de las distintas sociedades —incluyendo las de los países en que se generan los descubrimientos científicos que vinculan causalmente microorganismos patógenos-agua-enfermedad— no fue fácil. En una detallada revisión del papel que el agua tuvo a fines del siglo XIX en términos de la salud y las costumbres sanitarias, Goubert abundó en ejemplos de las resistencias que tuvo que vencer un determinado concepto de limpieza, en que el agua pasó de ser líquido sagrado a un fluido profano que debía evaluarse científicamente.

El tipo de abasto de agua a las ciudades y la manera en que el agua fue utilizada para limpiar domicilios, calles y ciudades cambiaron radicalmente. En el marco de esas transformaciones apareció el drenaje centralizado y el desalojo de agua sucia en grandes cantidades por parte de las ciudades. Desde mediados del siglo XIX y durante los primeros

70 años del siglo XX, el imperativo urbano del agua estuvo vinculado a la salud. Luego los tiempos cambiaron. Hoy el abasto urbano está principalmente articulado con las palabras costos y dinero.

LOS ARREGLOS SOCIALES PARA LA GESTIÓN DEL AGUA

En las ciencias políticas la palabra *gestión* alude por una parte a las normas, las prácticas institucionales y la administración para crear oferta y administrar bienes y servicios de todo tipo, y por otra se refiere a las prácticas para conseguirlos. Es simultáneamente acción estatal, burocrática, administrativa, campo de lucha y participación política.

En esta dualidad radica gran parte de su riqueza como concepto, pues se trata no sólo de analizar la norma jurídica o la práctica institucional —el deber ser— sino el juego de fuerzas que ocurre a partir de la búsqueda de un servicio o un bien. En otras disciplinas como la antropología, los procesos de gestión se han analizado desde la perspectiva de las redes que construyen e involucran, el círculo de los dones que transfieren o los mecanismos de resistencia de los débiles y el proceso de conflictos y construcción de hegemonías.³ Una de las aportaciones más significativa de esas investigaciones en el caso del agua, es que ofreció abundantes evidencias de que la fortaleza del estado se sostenía en múltiples negociaciones regionales, donde los actores locales conseguían incorporar parcialmente sus demandas, aspiraciones, expectativas y tiempos en la puesta en marcha de las políticas gubernamentales (Aboites, 2009).

Gestión es un concepto que alude a las prácticas e iniciativas gubernamentales y a las no gubernamentales. Se trata de un concepto amplio que incluye no sólo la norma, el deber ser, o la rutina administrativa, sino sobre todo el proceso en el que se consigue y regula el acceso a un bien, un proceso descrito como arena de lucha social. Es un concepto que permite aprovechar los aportes de la antropología política al estudio de los procesos de negociación microsociales. El concepto de gestión es

³ De la Peña, 1980; Lomnitz, 1984; Friedrich 1991.

una manera de abordar la consecución y regulación de un bien público, sin considerar al estado ni como el único, ni obligatoriamente como el agente más importante. En los capítulos de este libro, los autores desmenuzan la forma en que la gestión de abasto de agua para las ciudades analizadas, han significado procesos de negociación de índole muy diversa, entre actores de capacidad de influencia muy desigual.

EL ESTUDIO DE LOS SISTEMAS COMPLEJOS Y LAS CIUDADES

El estudio de la gestión del agua, lo mismo que todos los llamados “problemas ambientales” se han convertido en un campo desafiante para la división científica decimonónica, pues exigen una nueva mirada que informe de interrelaciones entre un mayor número de elementos, muchos de ellos novedosos, subversivos o no tomados en cuenta por la tradición de esas disciplinas. Este desafío se ha hecho evidente de manera especial para el caso de la gestión del agua urbana, no solo porque la dimensión espacial crece de manera significativa, sino sobre todo por la cantidad de elementos y procesos sociales que están en juego directa o sutilmente involucrados con el propio estilo de crecimiento de una ciudad.

A partir de la segunda mitad del siglo XX, las propuestas teóricas para analizar la complejidad de esos procesos experimentaron un relativo auge. Fue una manera de reconocer las nuevas amenazas ambientales de origen humano y la acumulación de evidencias que marcaron con un signo de interrogación el optimismo tecnológico para “dominar” la naturaleza. Los capítulos de este libro, escritos por profesionales que provienen de diferentes campos, se caracterizan por la búsqueda de herramientas en el derecho, la planeación urbana, el enfoque de conflictos sociales y la construcción de actores sociales. Pero todos coinciden, aunque en proporciones distintas, en abordar la espacialización del problema: crecimiento del espacio urbanizado, localización de los artificios hidráulicos, señalamiento de redes que relacionan puntos en una región o cuenca dominada por una ciudad, etc.

La construcción de nuevas propuestas epistemológicas para abordar los problemas ambientales, no ha sido un proceso sencillo, pero impul-

só al surgimiento de varias “disciplinas híbridas”. Se trata de enfoques cuyo punto de partida es alguna de las ciencias normales y extienden su interés a otros campos. Estos enfoques toman prestados un buen número de conceptos de otras disciplinas y enfrentan explícitamente el desafío de construir nuevos problemas de investigación en diálogo con otras tradiciones científicas. Se trata de contaminar con el principio de complejidad (Morin, 1990) las diferentes miradas y oficios científicos, con el fin de subvertir y renovar la construcción de los problemas de investigación.

La importancia del espacio construido para analizar los problemas de gestión del agua, han sido desarrollados en particular por la ecología cultural y los estudios urbanos de inspiración marxista. En particular al estudiar los artificios y sus significados. Para Boehm (2001), los artificios son textos en el paisaje que pueden ser leídos a partir de sus significados ecológicos, culturales, económicos, técnicos y sociales, siempre y cuando se les ponga en un contexto histórico documentado. El análisis de artificios como “nudos” que concentran una determinada correlación de fuerzas entre actores, “tiene la cualidad de ventana a través de la cual pueden vislumbrarse esos actores y deducirse sus formas de coordinación y sus intenciones” (2001: 61). La construcción de embalses, canales, sistemas de abasto y diques en el lago son artificios analizados aquí para recuperar a los actores, sus argumentos y sus intenciones. Los estudios reunidos aquí muestran la manera en que cada artificio tecnológico para traer o desalojar agua de la ciudad, significa esa negociación de fuerzas sociales heterogéneas. La complejidad presente en el abasto de agua a las ciudades se ha abordado, metodológicamente hablando, siguiendo el hilo de la manera en que crece la ciudad como obra hidráulica.

Los capítulos de este libro ofrecen evidencia suficiente de que las políticas urbanas son simultáneamente políticas de agua y viceversa. No podemos aislar la gestión de abasto o desalojo de aguas de una ciudad, de las acciones y proyecciones que la configuran como entidad socio-política. En ese sentido decimos que la ciudad es una construcción hidráulica: acueducto, pozo de extracción, embalse, hidrante y red de distribución. Todo a la vez. Fuente de agua contaminada y algunas ocasiones humedal que no logra desaguar sus propios desechos.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILERA KLINK, Federico (1995), “El agua como activo social”, en González Alcantud y Malpica Cuello (coord.), *El agua. Mitos, ritos y realidades*, Anthropos-Diputación Provincial de Granada, Barcelona.
- BOEHM, Brigitte y Margarita Sandoval Manso (1999), “La sed saciada de la ciudad de México: la nueva cuenca Lerma-Chapala-Santiago. Un ensayo metodológico de lectura cartográfica” en *Revista Relaciones*, num 80, vol. XX, El Colegio de Michoacán, Zamora.
- BOEHM, Brigitte (2001), “El lago de Chapala: su ribera norte. Un ensayo de lectura del paisaje cultural” en *Revista Relaciones*, num 85, vol. XXII, El Colegio de Michoacán, Zamora
- DE LA PEÑA, Guillermo (1980), *Herederos de promesas. Agricultura, política y ritual en los altos de Morelos*, Centro de Investigaciones Superiores del INAH, Ediciones de la Casa Chata, México.
- FRIEDRICH, Paul (1991), *Los Príncipes de Naranja. Un ensayo de método antropológico*. Editorial Grijalbo, México.
- GOUBERT, Jean-Pierre (1989), *The Conquest of Water*, Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey.
- LOMNITZ, Larissa de (1984), *Como sobreviven los marginados*, Siglo XXI, México.
- MUJERIEGO, Rafael (1993), “Utilización de aguas residuales regeneradas”, en López-Vera, De Castro Morcillo y López Lillo (ed.) *Uso del agua en las áreas verdes urbanas*, Agencia del Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid, Madrid.
- ROEMER, Andrés (1997), *Derecho y economía: políticas públicas del agua*, Centro de Investigación y Docencia Económicas-Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística-Miguel Ángel Porrúa, México.

ABASTECIMIENTO DE AGUA A SÃO PAULO

VALERIA NAGY DE O CAMPOS

INTRODUCCIÓN

Este texto tiene por objetivo detallar el servicio de abasto de agua a la ciudad de São Paulo y presentar los principales problemas y conflictos existentes con relación al mismo. Para cumplir esta tarea es necesario aclarar previamente algunos puntos fundamentales relativos a sus componentes, su estructuración y los responsables, los cuales la contextualizan y le dan sentido.

El abastecimiento a São Paulo forma parte del Sistema Integrado de Abastecimiento de Agua de la Región Metropolitana de São Paulo. Está compuesto por un conjunto de obras hidráulicas realizadas primero por la iniciativa privada y después por el poder público, desde el comienzo del siglo XX, para atender diferentes objetivos tales como generación de energía eléctrica, abastecimiento de la ciudad y de la región, y contención de inundaciones. Entre estos usos, la generación de energía siempre fue la más importante. A lo largo del tiempo, este conjunto de obras constituyó un complejo sistema hidráulico, el cual conectó a tres cuencas hidrográficas —la cuenca de los ríos Piracicaba, Capivari y Jundiá, la del Alto Tietê y la Baixada Santista—, involucrándolas en el abasto de agua y en la generación de energía, especialmente para São Paulo.

A pesar de que a inicio de los años noventa del siglo XX hubo una gran presión por parte de agencias multilaterales para que se privatizaran los servicios públicos, el sistema de abasto de agua y el servicio de alcantarillado en el área permanecieron bajo la gestión del poder público. Aunque la titularidad sobre estos servicios es de los municipios, en el caso de la Región Metropolitana de São Paulo en los años setenta se concesionaron a la Compañía de Saneamiento Básico del estado de São Paulo (Sabesp), de la cual el gobierno del estado es el accionista

mayoritario, desde entonces, la Sabesp es responsable por la operación del sistema de abastecimiento y la distribución de agua al consumidor; la responsabilidad sobre los sistemas productores de agua y otras actividades relacionadas al servicio corresponde a la Secretaria de Energía, Recursos Hídricos y Saneamiento (SERHS), que está vinculada Sabesp.

En 1991 fue aprobado el nuevo marco legal de la gestión del agua en el estado de São Paulo fundamentado en tres puntos: la descentralización, la participación y la integración, y adopta la cuenca hidrográfica como unidad básica de planeación y gestión. Se constituyó el Sistema Integrado de Gestión de los Recursos Hídricos (SIGRH), del cual forman parte el Consejo de Recursos Hídricos del estado de São Paulo (CRH) y los Comités de Cuenca (CBH, por sus siglas en portugués, Comitês de Bacia Hidrográfica), cuyo carácter es deliberativo y consultivo. Estos comités albergaron muchas de las discusiones sobre los conflictos existentes entre los diferentes usos y usuarios del agua en la cuenca. En cuanto al abastecimiento, a pesar de no poseer poderes para tomar decisiones, han realizado estudios complementarios y tomado sus decisiones, presentándolas a los órganos decidores, como la SERHS y sus órganos competentes. Además, los cambios y experiencias recientes abren la posibilidad de que haya una convergencia entre la gestión de los servicios de abastecimiento y alcantarillado y la gestión del agua que deberán ser más transparentes y abiertas a la participación de la sociedad.

Por lo anterior, es imprescindible tratar el abastecimiento de la ciudad de São Paulo en sus conexiones a los otros usos del agua, en su dimensión regional, metropolitana y en su relación con los diferentes niveles de gobierno involucrados en el nuevo escenario en construcción que se ofrece descentralizado y más participativo.

Este ensayo está dividido en cinco secciones. En la primera presentaremos algunas características físicas, demográficas y territoriales del área de estudio, junto con una breve descripción del proceso de urbanización e industrialización de la misma que tuvo diversos impactos sobre los recursos hídricos de la región. Además, aclararemos a quien compete la responsabilidad sobre la planeación y la gestión del territorio, del agua y de los servicios de saneamiento básico. En la segunda sección, describiremos el Sistema Integrado de Abastecimiento de Agua de la Región Metropolitana de São Paulo, en términos de los

manantiales involucrados, la cobertura del servicio y las posibilidades de su expansión, antes expondremos un breve panorama histórico de las principales obras realizadas, apuntando las opciones políticas que se tomaron durante ese proceso y los responsables. En la tercera parte, trataremos de las posibilidades de expansión del Sistema Integrado frente a las expectativas de aumento de la demanda, apuntaremos los posibles problemas, y referiremos algunas medidas adoptadas para mejorar los servicios. En la cuarta sección, haremos un análisis del sistema referido, indicando los principales conflictos institucionales, sociales y ambientales que ocurren en el área y los sectores involucrados. Por último ofrecemos algunas conclusiones sobre el tema abordado.

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ANÁLISIS: SÃO PAULO

Características físicas y territoriales

La ciudad de São Paulo se ubica en el Altiplano Atlántico, a una altitud media de 750 m sobre el nivel del mar, en la Cuenca Hidrográfica del Alto Tietê (véase Figura 1).

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA EN EL ESTADO DE SÃO PAULO Y EN BRASIL.



Fuente: La autora. Sin escala.

Tiene una precipitación media anual de 1560 mm a causa de la proximidad con el área costera y de la existencia de corrientes marítimas que provocan lluvias en el Altiplano; sin embargo, el volumen de agua extraído de los acuíferos no es fácilmente recargado porque la ciudad se encuentra sobre un terreno de poca porosidad y permeabilidad (Nucci, 1993). Es una región de cabecera, en ella nacen muchos ríos, por lo que el volumen de agua superficial disponible en la región es relativamente bajo. El caudal promedio en la cuenca es de $90 \text{ m}^3/\text{s}$ y la disponibilidad hídrica por habitante por año es de 200 m^3 , muy inferior al índice crítico que según la Organización Mundial de la Salud es de $1\,500 \text{ m}^3$ por habitante por año (Thame, 2000).

Los principales ríos en la cuenca son el Tietê, el Pinheiros y sus afluentes, asimismo, el área cuenta con algunas presas —Guarapiranga, Billings, Taiaçupeba, Jundiá, Ponte Nova, Biritiba y Paraitinga— construidas a lo largo del tiempo con diferentes finalidades: generación de energía, regularización del caudal, abastecimiento de agua (véase figura 2).

FIGURA 2. PRINCIPALES RÍOS Y PRESAS EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE SÃO PAULO.



Fuente: Campos, 2001.

Los problemas de baja disponibilidad se agravaron en virtud del intenso proceso de urbanización que la región vivió desde los años cin-

cuenta. La baja capacidad de absorción y de retención de las aguas pluviales se intensificó, lo que ocasiona avenidas en los municipios de abajo durante los periodos de lluvia de diciembre a marzo de cada año. Por otro lado, se calcula que debido a su contaminación un 51 por ciento de los recursos hídricos disponibles no tienen condiciones adecuadas de calidad para ser utilizados en el abastecimiento público y en las actividades de recreo (Moreira, 1990). En 1997, cerca de 23 por ciento de las aguas de la cuenca Alto Tietê eran consideradas de pésima calidad.

Con el fin de enfrentar el problema de falta de agua para atender la demanda creciente sin interferir en la producción de energía eléctrica, el poder público adoptó una política de importación de agua de cuencas vecinas para el abasto de la población de la ciudad, cuya obra más importante ha sido la construcción del Sistema Cantareira. En seguida, presentaremos datos del proceso de urbanización e industrialización por el cual pasó el área, tejiendo el escenario sobre el cual se desarrolla actualmente el servicio de abastecimiento de agua a São Paulo.

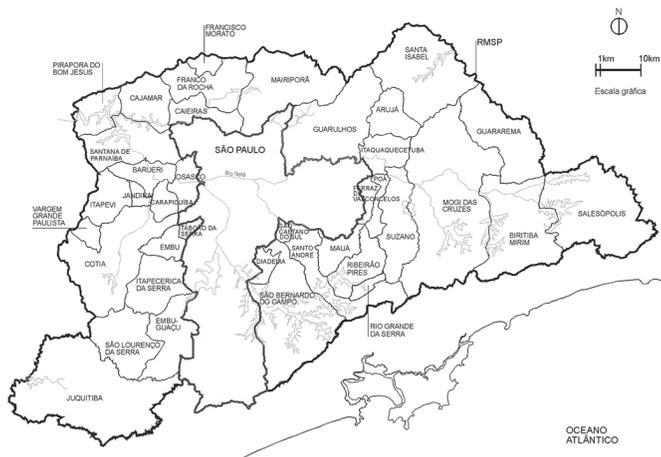
Proceso de urbanización e industrialización del área

São Paulo es la capital del estado de São Paulo y forma parte de la Región Metropolitana de São Paulo (RMSP) formada por 39 municipios con un total de 8501 km² de superficie (véase figura 3). La superficie del municipio de São Paulo es de 1509 km², de los cuales 826.4 km² corresponden al área urbana y 55.6 km² al área cubierta por parte de las presas mencionadas anteriormente. El municipio ocupa un 17.75 por ciento del territorio y tiene el 58.2 por ciento de la población de la Región Metropolitana.

La ciudad de São Paulo empezó a crecer a finales del siglo XIX, en virtud de la expansión de la economía del café y después por el crecimiento de las actividades agro-industriales. Para comprender la dimensión de su crecimiento basta decir que su población pasó de 50 000 habitantes en 1877 a 852 000 habitantes en 1928. En los años cincuenta alcanzó casi tres millones de habitantes. La región experimentó una nueva transformación con la diversificación de las actividades industriales: industrias de capital y de bienes de consumo durable. Esta transformación fue posible gracias a inversiones en infraestructura

básica por parte del gobierno federal, las cuales, asociadas a la buena oferta de materia prima, la existencia de mano de obra abundante y un mercado consumidor, y a pocas restricciones ambientales, permitieron la creación de un parque industrial. São Paulo pasó a ser el principal polo industrial y económico del país (Campos, 2001).

FIGURA 3. REGIÓN METROPOLITANA DE SÃO PAULO-RMSP.



Fuente: Campos, 2001.

El proceso de crecimiento económico convergió con el intenso movimiento migratorio hacia el municipio de São Paulo y otros municipios vecinos en busca de trabajo, vivienda, y mejores condiciones de vida.

En la década de 1950, la tasa de crecimiento de la población en el área metropolitana era de 6 por ciento al año. En las décadas de 1960 y de 1970, bajaron a 5.4 por ciento y 4.5 por ciento al año, respectivamente, pero la población continuó creciendo. En la década de los ochenta, debido a la crisis económica mundial de los setenta, el proceso de crecimiento sufrió un golpe y la tasa de crecimiento en el área metropolitana bajó a 1.87 por ciento y en el municipio de São Paulo a 1.2 por ciento al año¹ (tabla 1). Sin embargo, hoy uno de cada diez brasileños vive en la Región Metropolitana de São Paulo.

¹ Si miramos estos datos detenidamente y los desagregamos, podemos notar que existen disparidades. En el área central del municipio de São Paulo, por ejemplo, se observa que desde los años setenta ocurre la salida de los moradores, lo que contrasta con el incremento poblacio-

TABLA 1. DATOS DEMOGRÁFICOS DE SÃO PAULO
Y DE LA REGIÓN METROPOLITANA (1970 AL 2000).

Área	Población (mil habitantes)				Tasa de crecimiento geométrico anual		
	1970	1980	1991	2000	1970/ 1980	1980/ 1991	1991/ 2000
Municipio de São Paulo	5 825	8 493	9 626	10 406	3.7	1.2	0.81
Región Metropolitana de S. Paulo	8 140	12 588	15 416	17 878	4.5	1.87	1.97

Fuente: elaboración propia con base en Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Censos demográficos de 1970, 1980 y preliminares Censo de 1991) y Empresa Metropolitana de Planejamento S.A., Emplasa (2005).

En esa década se registró también un proceso de desconcentración industrial en la región, las unidades productivas se desplazaron hacia los principales ejes de comunicación que salen de la ciudad de São Paulo rumbo al interior del estado de São Paulo, en un radio de 200 km desde la capital (CRH, 2000). En este reordenamiento urbano e industrial, la ciudad se convirtió en un gran polo de prestación de servicios y el principal centro de negocios, ferias y congresos del país.

São Paulo tuvo una expansión horizontal de su mancha urbana, la cual pasó de 420 km², en 1950, a 1720.86 km², en 1990. En este proceso las áreas periféricas fueron ocupadas principalmente por las familias de bajos ingresos, por medio de la construcción de chabolas (favelas) o viviendas precarias en áreas irregulares, mayormente, en las lomas o áreas de manantiales. Por otro lado, los ríos de la ciudad fueron, poco a poco, ocultados por el desalojo de aguas negras, por la rectificación y la canalización de sus cauces y por la construcción de las vías de comunicación en los fondos de valle.

La expansión territorial de la ciudad de São Paulo en dirección a su periferia acabó por diluir los límites entre los municipios de la región, los cuales empezaron a compartir algunos de los servicios públicos, tales como las redes de abasto de agua y de alcantarillado, o equipamientos públicos como escuelas y puestos de salud. Los problemas también fueron compartidos y adquirieron dimensiones regionales, muchas veces

nal en las zonas periféricas.

tratados por el gobierno del estado, o incluso por el gobierno federal. En el centro del debate estaban y están, la planeación y la gestión del territorio, del agua y de los servicios de saneamiento básico, sobre los cuales haremos un breve recorrido.

Planeación y gestión del territorio

Los cambios en las relaciones socioeconómicas y espaciales verificadas en el municipio de São Paulo y los municipios vecinos —desde los cincuentas—, causaron problemas de gran magnitud y con características muy distintas a los problemas enfrentados hasta aquel momento. Eran problemas metropolitanos y demandaban una reorganización de la estructura político administrativa existente o la creación de una nueva estructura para tratarlos. Esto ocurrió en el contexto del gobierno autoritario brasileño (1964-1984), que se caracterizaba por la centralización del poder decisorio y de los recursos financieros y arancelarios, y por el control de la ejecución de las acciones. Los municipios no tenían ninguna autonomía y los gobiernos estatales tenían estrecha dependencia del gobierno central a cuyas orientaciones y planes debían seguir para tener acceso a los recursos financieros disponibles. Las acciones del gobierno federal estaban concentradas en la planeación económica y social. La planeación urbana y regional dictaba normas de carácter más genérico y concebía planes nacionales. A los gobiernos de los estados se atribuyeron partes significativas de los servicios de agua y alcantarillado y de control ambiental, y a los municipios se designaron la elaboración de proyectos de carácter local y la prestación de servicios complementarios.

En aquel contexto, el gobierno federal y el gobierno del estado de São Paulo, entendían que era necesario tomar algunas medidas con respecto de la metrópolis. El crecimiento desmesurado de las áreas urbanizadas centrado en la capital, y el retraso en la ejecución de los equipamientos y servicios de infraestructura dificultaron la expansión de las actividades productivas y comprometieron el ritmo de desarrollo del área y, por lo tanto, del país.

En 1967, el gobierno del estado adoptó dos medidas inmediatas para facilitar la planeación y la gestión del área: delimitó el Gran São Paulo

(GSP), entonces con 33 municipios,² y creó el Grupo Ejecutivo del Gran São Paulo para ayudarlo en esa tarea. Luego creó en 1968 la Compañía Metropolitana de Aguas de São Paulo (Comasp), responsable de la producción y venta del agua potable, y la Compañía Metropolitana de Saneamiento de São Paulo (Sanesp), en 1970, responsable de la intercepción, tratamiento y apartamiento del alcantarillado.

Considerando que varias aglomeraciones en el país, como São Paulo, enfrentaban problemas propios de la metropolización, en 1973 el gobierno federal decidió instituir legalmente ocho regiones metropolitanas³ con el objetivo de controlar su crecimiento, promover su desconcentración y facilitar el manejo de los “servicios comunes de interés metropolitano” tales como el saneamiento básico, la planeación del desarrollo económico y social, el uso del suelo metropolitano, el transporte y la vialidad. La Región Metropolitana de São Paulo (RMSP) fue una de las creadas y su definición consideró los límites de la GSP. Hoy, después de algunas revisiones, la RMSP involucra 39 municipios.

De acuerdo con la propuesta federal, el gobierno del estado creó un Sistema de Planeación y Administración de la Grande São Paulo (Spam), el cual contaba con órganos de deliberación, de consulta, de planeación y de financiamiento. El Spam funcionó hasta finales de los años ochenta, cuando, en virtud del nuevo escenario político e institucional, empezó su desmantelamiento.

Con el fin del gobierno autoritario, en 1985 empezó la llamada Nueva República, cuyo marco fue la nueva Constitución del país, promulgada en 1988. Sus principios básicos eran la descentralización del poder, la reforma arancelaria y la ampliación de las atribuciones de los gobiernos estatales y municipales,⁴ que tendrían, por lo menos en la ley, más autonomía política, administrativa, legislativa y financiera.

² La delimitación de la GSP consideró los siguientes criterios: tamaño de la población, movilidad poblacional, existencia o necesidad de servicios públicos de interés común, extensión del núcleo principal sobre los municipios vecinos, por contigüidad o integración de las actividades. Hasta 1973 la GSP fue objeto de varias disposiciones legales, las cuales ajustaron su delimitación, su cuadro de municipios y el sistema de acción.

³ Las ocho regiones metropolitanas creadas fueron las de: Belém, Belo Horizonte, Curitiba, Fortaleza, Porto Alegre, Recife, Salvador y São Paulo. En 1974, fue creada la Región Metropolitana de Rio de Janeiro.

⁴ Hoy, Brasil cuenta con 26 estados, un Distrito Federal (Brasilia) y 5 561 municipios.

La expectativa de que la nueva Constitución garantizara de modo efectivo el manejo de los problemas regionales y de las áreas metropolitanas no se cumplió. La responsabilidad fue dejada en manos de los gobiernos estatales. En la práctica, la gestión metropolitana no funcionó y, frente al hecho de que los municipios habían ganado autonomía, la idea de crear un gobierno metropolitano fue puesta de lado. Actualmente, a pesar de que los problemas metropolitanos y regionales permanecen, no hay una estructura de gestión regional, los municipios que comparten algunos problemas están trabajando en conjunto para desarrollar políticas comunes y optimizar sus recursos financieros, han creado “consorcios intermunicipales”, otras veces, los Comités de Cuenca son aprovechados para discutir sobre estos problemas que extrapolan la jurisdicción municipal e involucran varios temas.

Planeación y gestión del agua

Durante muchos años, la gestión de las aguas nacionales tenía como referencia al Código de las Aguas, elaborado por la Secretaría de Agricultura en 1934 (Decreto Federal núm. 24.643). El Código estableció el concepto de aguas públicas de uso común; aseguró el uso gratuito de las aguas para las necesidades vitales; desvinculó la propiedad del agua de la propiedad del suelo, al incorporar los ríos, lagos y sus orillas al patrimonio de la Unión; estableció la necesidad de obtener una concesión del gobierno para el uso de las aguas públicas en las actividades industriales o en el riego; dio énfasis al aprovechamiento hidroenergético y responsabilizó al gobierno federal por la elaboración de la política hidráulica nacional.

Había una supremacía del gobierno federal en el tratamiento de esas cuestiones. En principio, la gestión del agua era realizada por el Ministerio de la Agricultura, pero a partir de 1961 fue transferida al Ministerio de Minas y Energía (MME). El órgano de este ministerio responsable por la gestión del agua era el Departamento Nacional de Aguas y Energía Eléctrica (DNAEE), al cual los otros Ministerios se sometían. No obstante la supervisión del DNAEE, con el paso del tiempo, el Departamento de Aguas y Energía Eléctrica (DAEE) del estado de São Paulo, creado en 1951 para tratar del uso múltiple e integrado de los

recursos hídricos en su territorio, empezó a ganar importancia. En ese contexto, y por muchos años, el DNAEE y el DAEE fueron los principales actores en la RMSF en el tratamiento de esa materia, hasta que se alteró en los años ochenta con los cambios en el panorama político del país.

En aquel momento de apertura política, el DNAEE,⁵ apoyado por los gobiernos de los estados, estuvo a la delantera en el proceso de elaboración de propuestas para una nueva política del sector hídrico, algunas de las cuales fueron incorporadas en la Constitución Federal (1988) y en las Constituciones de los estados (1989). En ese proceso, algunos grupos de la sociedad, especialmente asociaciones de profesionales y grupos ambientalistas, tuvieron un papel bastante importante, al presentar sus propuestas y presionar para que el nuevo marco legal incorporara la descentralización y la participación de los actores sociales en la gestión del agua.

En los años que se siguieron, el gobierno federal comenzó el proceso de elaboración de la política nacional de aguas. En virtud de que la propuesta involucraba algunos temas polémicos, como el cobro por el uso del agua y las nuevas reglas para el sector eléctrico, la Ley núm. 9433 —conocida como Ley de las Aguas—, fue aprobada hasta 1997. Entretanto, al considerar la apertura dada por la Constitución brasileña,⁶ el estado de São Paulo elaboró y promulgó en 1991 su propia ley (ley núm. 7663), la cual tenía como supuesto que el agua es un recurso natural esencial a la vida, al desarrollo económico y al bienestar social, un bien público con valor económico, cuyo uso debe ser cobrado, considerando su cantidad y calidad y las características de cada cuenca.

La Ley 7663 instituyó el Sistema Integrado de Gestión de Recursos Hídricos (SIGRH) en el estado que se apoya en: la descentralización y participación de la sociedad civil en la toma de decisiones; la adopción de la cuenca hidrográfica como unidad de referencia al manejo del agua; y la

⁵ En 1997 el DNAEE fue substituido por la Agencia Nacional de Energía Eléctrica y las aguas nacionales quedaron bajo responsabilidad del Ministerio del Medio Ambiente. El DAEE, originalmente creado en la Secretaría de Servicios y Obras Públicas, hoy está vinculado a la SERHS y sigue con su importancia en el sector.

⁶ De acuerdo con la nueva Constitución, las aguas que se encuentran en el territorio nacional pueden pertenecer a la Unión o al estado en caso de que sirvan de límite a dos o más municipios, o que transiten en parte de los territorios de dos o más municipios, y en el caso de las aguas subterráneas.

adopción de instrumentos y leyes que cohiban el derroche y la degradación del agua tanto superficial como subterránea. El SIGRH se estructura en tres instancias de articulación: deliberativa, técnica y financiera; las cuales tienen composición y atribuciones propias. La instancia deliberativa está conformada por el Consejo Estatal de Recursos Hídricos, los Comités y las Agencias de Cuenca. La instancia técnica es representada por el Comité Coordinador del Plan Estatal de Recursos Hídricos; y la instancia financiera, por el Fondo Estatal de Recursos Hídricos. Uno de los primeros Comités instalados en São Paulo fue el Comité de Cuenca Alto Tietê, en 1994. Los límites y datos demográficos y económicos de esa Cuenca prácticamente coinciden con los de la RMSP, lo que le confiere el estatus de una Cuenca Metropolitana.

*Planeación, gestión y ejecución
de los servicios de saneamiento básico*

En el periodo del gobierno autoritario la planeación y la gestión de los servicios de saneamiento básico estaban centradas en el gobierno federal; a los estados y municipios cabía apenas la ejecución de las políticas delineadas por el gobierno federal. El órgano federal responsable por el saneamiento era el Ministerio del Interior, y el instrumento más importante en este periodo era el Plan Nacional de Saneamiento (Planasa) elaborado en 1971 cuyo objetivo era acabar con el déficit de saneamiento básico en el país a corto plazo y con bajos costos.

Este plan se apoyaba en la idea de que la economía de escala y una única fuente de recursos permitirían la compensación financiera y posibilitarían el abasto a todos los municipios, ricos y pobres, del país. Al adoptar una política arancelaria especial con subsidios cruzados se creyó que la receta y el gasto serían equilibrados. A lo largo de su existencia, el Planasa fue financiado por el Banco Nacional de Vivienda (BNH), el cual utilizaba los recursos del Fondo de Garantía por Tiempo de Servicio (empleo formal), y de préstamos internacionales.

Para cumplir con sus propósitos, el Planasa determinó que los estados crearan Compañías Estatales de Saneamiento Básico (CESB) para cuidar de la política del sector, de la ejecución de las obras y de la operación y conservación de los sistemas en su territorio, respetando la autonomía

de los municipios, y para administrar los recursos financieros liberados por el gobierno federal. En el caso del estado de São Paulo, en 1973 fue creada la Compañía de Saneamiento Básico del Estado de São Paulo (Sabesp), la cual asumió las actividades de la Sanesp y la COMASP (véase 2.3). Gran parte de los municipios del estado sin autonomía ni opción concedió a la Sabesp el derecho de ejecutar los servicios de abasto de agua en su territorio y ella se encargó de implementar el Planasa (Jorge, 1987).

En 1986, ya en la “Nueva República”, el BNH quebró y el Planasa sufrió un duro golpe. Por un lado, las atribuciones del BNH pasaron al Banco Caixa Econômica Federal, el cual no asumió las funciones de regularización del sector; por otro, la crisis económica redujo los recursos financieros disponibles, es decir, el problema del desempleo se agravó y en consecuencia los recursos del FGTS disminuyeron (Ministério das Cidades de Brasil, 2004).

El sector de saneamiento se encontró en una situación muy grave porque sin recursos financieros tenía que enfrentar grandes desafíos: los sistemas de abasto del agua implementados con las orientaciones y recursos del Planasa no lograban atender a las personas con bajos ingresos y todavía había un gran déficit del sistema de recolección y tratamiento de alcantarillado.

El gobierno federal decidió entonces mantener su papel como ente regulador de los servicios de saneamiento; sin embargo, o bien presentaba una posición favorable a la privatización del sector⁷ o a la estatización del mismo de acuerdo con la orientación política del grupo en el poder. En los años que siguieron, encontró dificultades para aprobar la ley de reglamentación del sector, hecho que ocurrió hasta el 2006.

A pesar de la alternancia en las orientaciones del gobierno federal, en el estado de São Paulo la Sabesp continuó siendo muy importante,⁸

⁷ A pesar de todo el esfuerzo del gobierno federal al inicio de los años 90 para privatizar el sector de saneamiento, en 2003 apenas 35 municipios brasileños eran atendidos por operadores privados (*Revista da Federação Nacional dos Urbanitários da CUT*, Rio de Janeiro, 2003).

⁸ A mediados de los años noventa, la Sabesp enfrentó una gran crisis financiera y técnica (habían más de 40 mil solicitudes para que la compañía hiciera la conexión de los domicilios a la red de agua y a la de alcantarillado), sin embargo, gracias a una gran movilización se adoptó una nueva estructura organizacional, apoyada sobre la descentralización de la gestión en unidades de negocio, que contribuyó para superar los problemas y para su recuperación financiera (Sabesp, 2000b).

ahora vinculada a la Secretaría de estado de Energía, Recursos Hídricos y Saneamiento (SERHS), como responsable de varios sistemas de abasto,⁹ entre ellos del Sistema Integrado de Abastecimiento de Agua de la Región Metropolitana de São Paulo. En ese sistema, la Sabesp está a cargo del tratamiento del agua y su conducción desde las plantas de potabilización hasta los tanques sectoriales de almacenamiento y de ahí hasta los domicilios; no interviene en la producción de agua ni en su transporte hasta la entrada en cada planta de potabilización, lo que sigue siendo responsabilidad de la SERHS.

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A SÃO PAULO

El sistema de abastecimiento de agua a la ciudad de São Paulo empezó a implantarse a finales del siglo XIX, por medio de la iniciativa privada, pronto substituida por la acción estatal. La estructuración de dicho sistema, al no contar con una programación que asegurara su eficiencia a largo plazo, se caracterizó por la realización sucesiva de obras y una búsqueda constante de nuevas fuentes, en un proceso donde el servicio de abasto de agua siempre estuvo desfasado y fue precario: casi inmediatamente después de que una obra recién entregada empezaba a operar, ya se tornaba insuficiente, y requería nuevas soluciones.

Con el objetivo de presentar más detalladamente este sistema para después analizarlo, haremos un breve repaso histórico de su implantación en la región, de las principales obras hidráulicas y políticas adoptadas y los responsables de las mismas.

Mirada histórica

En São Paulo,¹⁰ el servicio de abastecimiento de agua a los domicilios por medio de tuberías, comenzó a implementarse en 1877 por la Compañía

⁹ La Sabesp administra el servicio de agua y alcantarillado en 366 municipios del estado de São Paulo, incluso los municipios de la RMSP.

¹⁰ El pueblo fue fundado, en 1554, en una colina entre los ríos Tamanduateí y Anhangabaú, y elevado a la categoría de ciudad en 1711. El área era bien proveída del agua —si bien que

Cantareira de Agua y Alcantarillado, de capital privado, la cual se nutría de fuentes cercanas. Las aguas eran trasladadas por las líneas de conducción al centro de la ciudad y a los barrios de Cambuci y Brás; pero las áreas más lejanas permanecieron abastecidas por carros pipa (Sabesp, 2000b). En aquel momento la ciudad contaba con un núcleo urbano considerable y con diversas actividades económicas e industriales (textiles, metalúrgicas), por lo que la oferta de agua en las fuentes públicas ya no era suficiente para cubrir las demandas, siempre crecientes.

Al año siguiente, el gobierno de la Provincia (hoy estado de São Paulo) se afilió a la Compañía Cantareira en una sociedad de capital mixto. Las inversiones se ampliaron y poco a poco las fuentes públicas y los carros pipa se sustituyeron por la distribución de agua a través de conexiones domiciliarias.

Con el paso de los años, la intervención del gobierno estatal en la Compañía aumentó y en 1893 el poder público asumió la responsabilidad sobre los servicios de saneamiento básico en el municipio de São Paulo, ejecutando directa o indirectamente. Para lograrlo, transformó la Compañía en un órgano de la Secretaría de Agricultura, Comercio y Obras Públicas de São Paulo, el cual se llamó Oficina de Aguas y Alcantarillado (Repartição de Águas e Esgotos, RAE, en portugués).

Al comienzo del siglo XX, la ciudad enfrentó una grave crisis en el abasto de agua, que marcó el inicio de una búsqueda constante de alternativas: nuevas fuentes para ampliar el volumen disponible y nuevas tecnologías para tratar el agua colectada. El gobierno contrató algunos técnicos para analizar el sistema en operación y las alternativas posibles para complementar la provisión de agua, éstos apuntaron como fuentes alternativas el río Cotia, el Río Claro y el valle del Tietê, pero esas sugerencias generaron una gran controversia entre los profesionales del sector involucrados con la problemática. Para algunos ingenieros y médicos lo mejor era captar el agua en regiones elevadas y protegidas, es decir, manantiales alejados de la ciudad, en áreas cubiertas por bosques y apartadas de los asentamientos urbanos; para otros, el agua debía ser traída desde las áreas más cercanas, pasar por tratamientos de potabilización y después ser conducida mecánicamente hasta los domicilios (São Paulo, 1999).

de difícil acceso— y, hasta mediados del siglo XVIII, no tenía servicios públicos adecuados; la población se surtía de los arroyos y pozos.

TABLA 2. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL AGUA A SÃO PAULO HISTÓRICO DE LAS PRINCIPALES OBRAS Y ACCIONES.

Año	Cuestión a enfrentar	Obra o acción
1906	Regularización del caudal del río Tietê y Generación de energía	La compañía Light empieza la construcción de la presa Guarapiranga, a 16 km de São Paulo, con el objetivo de mantener la provisión de la Usina Hidroeléctrica de Parnaíba, construida en 1901.
1914	Inmenso déficit de agua y epidemia de fiebre tifoidea	El gobierno empieza la construcción de la primera etapa del Sistema productor de agua Cotia (presa de Graça), la cual entra en operación en este mismo año. La segunda etapa, Pedro Beicht, empieza en 1960.
1925	Grave sequía, en 1924, afecta el abasto	Empieza la construcción de la primera etapa del Sistema Río Claro: la presa Poço Preto, a 86 km de distancia (la segunda etapa fue la presa Casa Grande, a 77 km). El sistema entró en operación en 1937.
1926	Generación de energía eléctrica	La compañía <i>Light</i> empieza la construcción de la presa Billings con el objetivo de generar energía en la Usina Henry Borden, Proyecto Sierra. Fue concluida en 1937, pero, hasta 1961 sufrió sucesivas ampliaciones.
1929	Retraso en las obras del Sistema Río Claro	Un acuerdo entre el gobierno del estado y la Compañía <i>Light</i> garantizan el uso de las aguas de la presa Guarapiranga para el abasto a São Paulo
1958	Crisis en el abasto	Empieza la utilización de la ramificación de la Billings, llamada Río Grande
1967	Crisis en el abasto y inundaciones	Empieza la construcción del Sistema Cantareira para el abasto; en paralelo, empiezan las obras en el Alto Tietê para su regularización
1973	Crisis en el abasto	Entran en operación el Sistema Cantareira y el Sistema Ribeirão da Estiva.
1977	Problemas en la distribución de agua	La Sabesp adopta el Sistema Integrado y los Sistemas Aislados
1993	Sequía y desfase entre oferta y demanda	El Sistema Alto Tietê empieza a ser utilizado para el abasto.

Fuente: Elaborado por la autora con base en Campos, 2001; Sabesp, 2000b; São Paulo, 1999.

Esta polémica no se resolvió pronto y a lo largo del tiempo, siempre que el sistema de abasto entraba en crisis frente a la incapacidad de equilibrar la oferta y la demanda, el debate sobre estas dos posiciones y fuentes alternativas volvía, mientras tanto, nuevas fuentes fueron selec-

cionadas, se construyeron nuevos tanques de almacenamiento y líneas de conducción, y el sistema de abasto fue estructurándose (véase tabla 2).

Fue sólo frente a la grave sequía de 1924 que las autoridades reconocieron la necesidad de hacerse un plan de largo plazo y la alternativa adoptada fue el aprovechamiento del Río Claro. Sin embargo, una serie de problemas de varios órdenes, entre ellos los gastos adicionales,¹¹ retrasaron las obras: la primera etapa de ese sistema fue concluida en 1939 y el sistema completo hasta 1970. A causa de este retraso y frente a la necesidad de aumentar el volumen de agua disponible para la provisión de la ciudad, el gobierno del estado creó la Comisión de Saneamiento de la Capital, que decidió traer el agua de áreas cercanas y tratarla químicamente. Para lograrlo, fue firmado un acuerdo entre el gobierno y la Compañía *The São Paulo Tramway, Light & Power Company Limited*, conocida como *Light*, según el cual se utilizarían hasta 4 m³/s de agua de la presa Guarapiranga para el abastecimiento, se pagaría por ella el equivalente a la energía no producida en la Usina de Parnaíba. Esa operación empezó en 1929, pero por mucho tiempo sólo se utilizó 1 m³/s con este propósito.

En el año 1930 desapareció la Comisión de Saneamiento de la Capital y la orientación de los técnicos del gobierno, encargados en aquel momento, fue nuevamente para el Sistema Río Claro. Simultáneamente, fueron adoptadas una serie de medidas de emergencia entre las cuales se destacaron la construcción del embalse Pedro Beicht, en el río Cotia, y la ampliación de las líneas de conducción de Río Claro y de Guarapiranga (Santo Amaro). A pesar de todo lo realizado la oferta de agua siguió siendo insuficiente, pues la población crecía y nuevas actividades industriales se instalaban en el área. Por ello se empezó una extracción adicional del agua de la presa Guarapiranga —un incremento de 1 m³/s de agua—, de acuerdo con lo que proponía el Plan de Abastecimiento de Agua de São Paulo (1946).

En 1958, el problema se repitió y fue necesario elegir una vez más una fuente diferente de agua para complementar la oferta disponible. En aquel momento, se seleccionó al Río Grande, un brazo de la presa

¹¹ Uno de estos gastos ocurrió a causa de la localización de la presa, motivo de gran polémica. A los gastos con las obras hidráulicas se sumaron los gastos con la construcción de 140 kilómetros de autopistas para transportar el material de construcción (presa y líneas de conducción) hasta la naciente del río.

Billings, construida en el contexto del Proyecto Sierra de producción de energía en la costa Planta de Henry Borden.¹² Sin embargo, los procedimientos adoptados para producir energía en este proyecto afectaron la calidad del agua en la presa Billings y en el río Pinheiros, es decir, se cambió el flujo del Río Pinheiros en dirección hacia la presa sin contar con recursos financieros para implantar la red colectora de aguas servidas y realizar su tratamiento. Como había una necesidad creciente por obtener mayores volúmenes de agua en el río a un flujo constante, para enviarlos a la planta Henry Borden e incrementar la producción de energía, se hizo de la vista gorda al problema lo cual a la larga, tuvo como consecuencia el comprometimiento de la calidad del agua en la región.

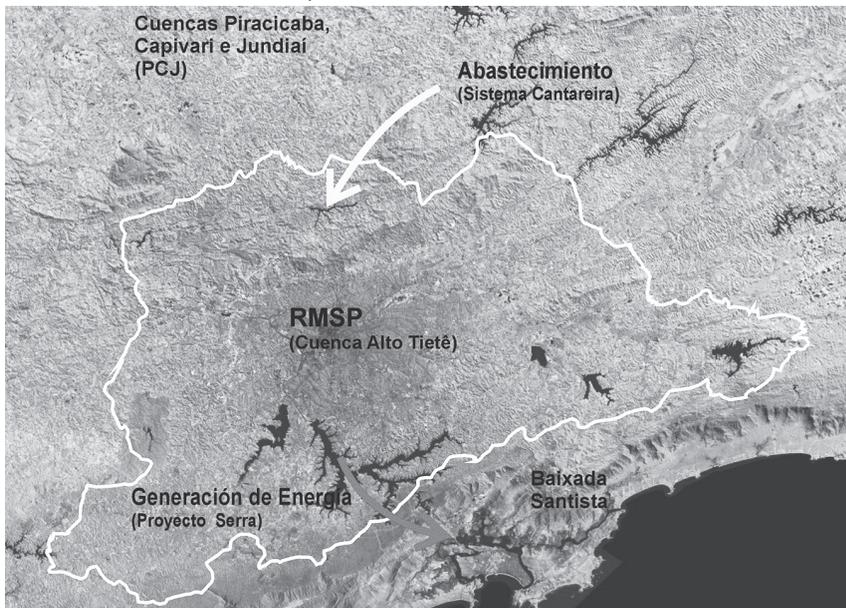
El incremento de la oferta de agua con la inclusión del Sistema Río Grande, no fue una propuesta a largo plazo, por lo que se mostró insuficiente y en los años sesenta se repitió la crisis de abastecimiento. Nuevos estudios fueron realizados para la captación de agua y para la ampliación de la oferta; se destacaron dos propuestas: el Sistema Cantareira y el Sistema Alto Tietê. Adoptar el primer sistema significaba traer el agua de una cuenca relativamente próxima, la cuenca del río Piracicaba, ubicada a 70 km de distancia de São Paulo, pero sería necesario incluir los gastos de energía eléctrica para el bombeo a causa del desnivel. Adoptar el segundo sistema, al contrario, representaría traer el agua por gravedad, del valle del Tietê para la ciudad, pero se debían construir las plantas adecuadas para tratarla.

Por fin, el gobierno comenzó las obras de los dos sistemas, pero con objetivos diferentes: las obras del Sistema Cantareira para mejorar el abasto, y las obras del Sistema Alto Tietê para regularizar los volúmenes de agua en la cuenca Alto Tietê mediante la construcción de presas anteriores a la ciudad de São Paulo, hecho que contribuiría a disminuir las inundaciones en las partes bajas (cuenca Médio Tietê/Sorocaba).

¹² De acuerdo con este proyecto, el volumen de agua en el río Tietê sería regularizado por la presa Edgard de Souza; parte de este volumen sería enviado por el río Pinheiros, cuyo flujo natural había cambiado, hasta la presa Billings y de ahí hasta la presa Río das Pedras, por medio de las plantas de bombeo Traição y Pedreira. De la presa Río das Pedras, las aguas serían enviadas por la Sierra del Mar hasta la Usina Hidroeléctrica de Henry Borden, construida en Cubatão, en la costa, aprovechándose el desnivel de 719 m existente entre esta ciudad y São Paulo. El agua revertida y direccionada al río Cubatão, además de girar las turbinas de la referida usina, contribuiría a desalinizar el agua de la región, que sería utilizada por las industrias de la costa (véanse figuras 2 y 4).

La construcción del Sistema Cantareira quedó bajo la responsabilidad de la Compañía Metropolitana de Agua de São Paulo (Comasp) recién creada y, por sus dimensiones, se convirtió en el eje de la política de importación de agua de cuencas vecinas; su implementación confirmó y reforzó la problemática que ya vivía la población del municipio de Piracicaba,¹³ donde se captaba agua en manantiales más distantes para su propio abastecimiento. La transferencia de agua del Piracicaba hacia la cuenca Alto Tietê no sólo priva la cuenca del Piracicaba del agua, sino que aumenta la concentración de contaminantes en los ríos, especialmente en el periodo de sequía, y afecta las actividades económicas locales.

FIGURA 4. INTERCONEXIÓN DE LAS CUENCAS DEL PIRACICABA, ALTO TIETÊ Y BAIXADA SANTISTA.



Fuente: Elaborado por la autora con base en foto de Satélite Embrapa, 2004

Cabe resaltar que aunque este Sistema fuera polémico por sus impactos, el gobierno federal autorizó la transferencia de aguas entre esas

¹³ La cuenca del Piracicaba, en la cual está ubicada la Región Metropolitana de Campinas —la segunda más importante del país después de la RMSP—, también posee un volumen de agua considerado crítico 408 m³/hab./año.

cuencas con el objetivo de mantener el sistema de generación de energía eléctrica en Henry Borden. De este modo, las obras realizadas para la transposición de aguas de la cuenca Piracicaba (Sistema Cantareira) se sumaron a las obras ya existentes para la producción de energía en la Baixada Santista (Proyecto Sierra), formando un complejo hidráulico sanitario interregional (Oliveira, 1995) e interconectando tres cuencas: el agua del Piracicaba hacia la cuenca Alto Tietê para ser usada en el abasto de la RMSP; después, las aguas servidas, diluidas en los ríos de esa cuenca, bajan la Sierra del Mar y van para el río Cubatão, en la Baixada Santista, donde son usadas para generar energía en Henry Borden (véase figura 4).

En 1977, la Sabesp, bajo las directrices del Planasa, aprobó el Plan Director de Provisión de Agua Potable para la Región Metropolitana de São Paulo, cuyos objetivos eran: aumentar la cobertura de la red de distribución de agua para conducirla desde los embalses; complementar el Sistema Cantareira y posibilitar la utilización de las aguas del Sistema productor Alto Tietê, tantas veces menospreciado; consolidar al Sistema Integrado de Abastecimiento compuesto por los sistemas productores de agua ya en operación y el Sistema Alto Tietê por construir, y a los Sistemas Aislados en determinadas áreas.

Por algunos años, las obras realizadas en estos Sistemas consiguieron atender a las necesidades mínimas, pero al poco tiempo la solución se mostró limitada: volvió la escasez de agua en los grifos y fue adoptado un sistema de abasto por turnos, conocido como *rodízio*, en algunas regiones de São Paulo.¹⁴ Algunas causas apuntadas para ello, además de la inadecuación entre oferta y demanda, eran problemas en la infraestructura del sistema, es decir, en los tanques intermedios de almacenamiento ubicados en las lomas y en las redes de distribución.

En 1992, fue propuesto el Programa Metropolitano de Aguas, que incluía ochenta proyectos para regularizar el abasto de agua en la RMSP y acabar con el tandeo. Finalmente, para enfrentar la crisis, fue aprobada la utilización del Sistema Alto Tietê para el abastecimiento, el cual entró en operación en 1993. Gracias a esto y a la conclusión de las obras en el Sistema Metropolitano de Líneas de Conducción (SAM, en portu-

¹⁴ En el comienzo de los años noventa, la Sabesp adoptó varias veces el sistema de “rodízio” y en el verano de 1991 ello afectó a aproximadamente 9 millones de habitantes en la región.

gués),¹⁵ hubo una mejora considerable en la operación del servicio y se llegó a crear, al final de la década de los noventa, que estaba regularizado. Pero en el año 2000 ocurrió una gran sequía y el tandeo retornó, afectando a las regiones Sur y Sureste de São Paulo, que contaron con el suministro en bloques alternados: dos días con agua y un día sin la misma.

Hoy, considerando que casi la mitad del agua para el abasto de la RMSP proviene de la cuenca Piracicaba y que las fuentes alternativas para el futuro están ubicadas en cuencas alejadas de la misma —lo que significa mayores inversiones y demanda negociación con otras áreas—, el gobierno del estado y la Sabesp están cambiando su estrategia, al asumir la necesidad del control de la demanda, del derroche y de las pérdidas en la red y proponer algunas medidas en ese sentido. A continuación detallaremos un poco más el conjunto de obras y sistemas productores de agua que forman parte del Sistema Integrado de Abastecimiento de Agua.

Sistema Integrado de Abastecimiento de Agua

El Sistema Integrado de Abastecimiento de Agua de la Región Metropolitana de São Paulo fue creado en 1977 por el Plan Director de Provisión de Agua Potable para la RMSP y es actualizado periódicamente. Forman parte de él seis sistemas productores de agua: Cantareira, Guarapiranga, Río Grande (Billings), Cotia (Alto y Baixo), Alto Tietê, Río Claro y Ribeirão da Estiva (este de muy pequeño aforo) (véanse Figura 5 y Tabla 3), los cuales utilizan, básicamente, manantiales de superficie.

Estos sistemas productores están interconectados por el Sistema Metropolitano de Líneas de Conducción (SAM), que, además de permitir la transferencia de agua entre los sistemas en momentos de restricción en alguno de ellos o de ejecución por servicios de mantenimiento, lleva el agua tratada de las plantas de potabilización hasta los tanques sectoriales de almacenamiento para distribuirla por las redes primarias y secundarias.¹⁶ La responsabilidad sobre dichos sistemas es de la SERHS;

¹⁵ Dichas obras ampliaron la capacidad de conducción del SAM, la cual atingió un flujo máximo de 55 m³/s, posibilitaron mayor flexibilidad operacional y elasticidad para absorber los picos de consumo (Emplasa, 2004).

¹⁶ Para que se tenga una dimensión del Sistema Integrado, presentamos algunos datos. Existen 28 plantas de potabilización, 373 tanques de almacenamiento sectoriales, 1.5 mil kiló-

a la Sabesp le corresponde el control del proceso de potabilización del agua (Estação de Tratamento de Água) y de su distribución a los domicilios. En la tabla 3 se ofrece un resumen de los componentes de ese Sistema Integrado.

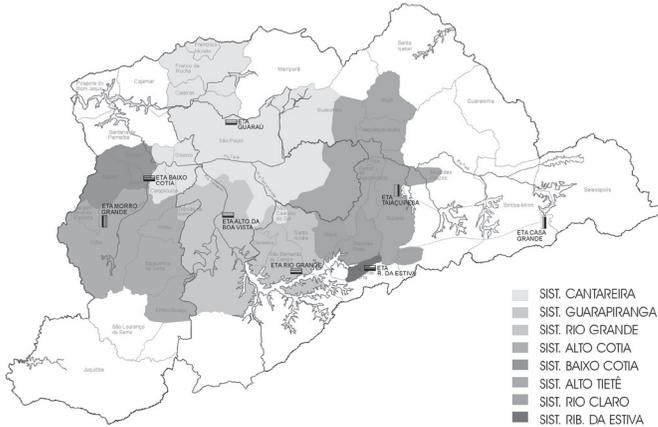
TABLA 3. SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMIENTO A SÃO PAULO.

<i>Sistema</i>	<i>Presa</i>	<i>Volumen de la presa (hm³)</i>	<i>Áreas y municipios que cubre</i>
Cantareira	Jaguari/Jacaréi (interconectadas)	595.0	Cantareira atiende: las zonas Norte, Centro y parte de las zonas Este, Oeste y Sureste del municipio de São Paulo; los municipios de Francisco Morato, Franco da Rocha, Caieiras, Carapicuíba, Osasco y São Caetano do Sul, y parte de los municipios de Barueri, y Guarulhos.
	Cachoeirinha	70.0	
	Atibainha	100.0	
	Paiva Castro (Juqueri)	9.4	
Guarapiranga Rio Grande (Billings) Cotia	Guarapiranga	180.0	Guarapiranga abastece: las regiones Sur y Sureste del municipio de São Paulo y el municipio de Taboão da Serra. Rio Grande atiende: los municipios de Diadema, São Bernardo do Campo y parte de Santo André. Alto Cotia abastece: los municipios de Cotia, Embu, Embu-Guaçu, Itapeverica da Serra y Vargem Grande Paulista (poniente de la RMSP) Baixo Cotia atiende: los municipios de Barueri, Jandira e Itapevi (porción poniente).
	Billings	1000.0	
	Grande	116.0	
	Pedras	0.0	
	Taquacetuba	0.0	
	Pedro Beicht	14.1	
	Graça	0.0	
	Isolina	0.0	
Alto Tietê Rio Claro	Ponte Nova	290.0	Alto Tietê cubre: parte de la zona este del municipio de São Paulo, los municipios de Arujá, Itaquaquecetuba, Poá, Suzano y Ferraz de Vasconcelos, y parte de los municipios de Guarulhos, Mogi das Cruzes y Mauá. Rio Claro atiende: parte de la zona Leste de São Paulo, el municipio de Ribeirão Pires y parte del municipio de Mauá (porción SE de la RMSP).
	Biritiba	35.0	
	Jundiaí	60.0	
	Taiacupeba	20.0	
	Paraitinga	35.0	
	Ribeirão do Campo	14.0	
Ribeirão da Estiva		0.0	Municipio de Rio Grande da Serra (porción SE de la RMSP).

Fuente: Elaboración propia con base en Comité de Cuenca Hidrográfica Alto Tietê (CBH-AT, 2002).

metros de líneas de conducción y 25.6 mil kilómetros de redes de distribución de agua. Datos de 2005, disponibles en el sitio <www.sabesp.com.br/a_sabesp/areas_de_atuacao/box_metropolitana.htm> revisado el 13 de 2 de 2006.

FIGURA 5. SISTEMA INTEGRADO DE ABASTECIMIENTO DE LA REGIÓN METROPOLITANA DE SÃO PAULO.



Fuente: Elaborado por la autora con base en Sabesp, 1990 y 2000b; PMGSP, 1994.

La disponibilidad promedio total del Sistema Integrado es de 63.0 m³/s de agua (tabla 4), el cual, actualmente, atiende a 31 municipios de la Región Metropolitana de São Paulo (tabla 3); los otros municipios son abastecidos por sistemas aislados.¹⁷

TABLA 4. DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL SISTEMA INTEGRADO (2000).

<i>Manantial</i>	<i>Disponibilidad (m³/s)</i>	<i>Contribución en el Sistema (porcentajes)</i>
Cantareira	31.3	49.7
Guarapiranga/Billings-Taquacetuba	14.3	22.7
Río Grande (Billings)	4.2	6.7
Alto Tietê	8.0	12.7
Río Claro	3.6	5.7
Alto Cotia	0.9	1.4
Baixo Cotia	0.6	0.95
Ribeirão da Estiva	0.1	0.15
Total	63.0	100.0

Fuente: elaborado a partir de Comité de Cuenca Hidrográfica Alto Tietê (CBH-AT, 2002: 60).

¹⁷ Son abastecidos por sistemas aislados los siguientes municipios de la RMSP: Biritiba-Mirim, Cajamar, Guararema, Juquitiba, Mairiporã, Pirapora do Bom Jesus, Salesópolis y Santa Isabel.

La Sabesp es responsable por la distribución del agua al consumidor en 25 de los municipios cubiertos por el Sistema Integrado, incluyendo al de São Paulo para los otros seis¹⁸ vende el agua en bloque; pero la distribución al consumidor final es responsabilidad de los departamentos o empresas municipales.

*Cobertura del servicio
de abastecimiento de agua*

Actualmente, la cobertura del abastecimiento de agua en el municipio de São Paulo, de acuerdo con la Sabesp, es de un cien por ciento de la población, y en la RMSP es de un 97 por ciento, lo que representa el suministro de agua a 15.2 millones de habitantes.¹⁹ Sin embargo, a pesar de que el porcentaje de cobertura del servicio de abasto es elevado, la demanda en la RMSP no es homogénea. En la capital el consumo doméstico promedio de agua está entre 250 y 450 litros por habitante por día; en los otros municipios de la Región, está alrededor de 300 a 350 litros por habitante por día. Además, es preciso considerar que, por un lado, el porcentaje de tomas irregulares es bastante elevado —más de 1.1 millón de personas viven en chabolas y otro millón en fraccionamientos irregulares— y que, por otro, muchas regiones son afectadas por el tandeo en los periodos de sequía.

En la RMSP predominan las actividades urbanas y el uso predominante del agua es el residencial. Las actividades industriales utilizan principalmente pozos propios y acceden a la red pública para complementar sus necesidades (tabla 5). No obstante, existen dos subcuencas en la Cuenca Alto Tietê, la Tietê-Cabeceiras y la Billings-Tamanduateí, que poseen actividad agrícola relevante. En la primera se producen hortalizas y en la segunda, plantas ornamentales. La demanda promedio del agua para el riego en la RMSP es estimada en 2.6 m³/s.

¹⁸ Los municipios de Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Osasco, Guarulhos y Mogi das Cruzes compran el agua en bloque (Emplasa, 2004).

¹⁹ Para tener una dimensión de la magnitud del servicio, en 1999, existían 2172440 conexiones domiciliarias al sistema de abasto de agua en el municipio de São Paulo y 1747963 conexiones domiciliarias al sistema de alcantarillado (São Paulo, 2000).

TABLA 5. USOS DEL AGUA (PORCENTAJES).

	<i>Residencial</i>	<i>Industrial</i>	<i>Comercial</i>	<i>Públicos</i>	<i>Mixtos</i>
Municipio de São Paulo	82.58	2.31	9.00	3.30	2.81
Otros municipios de la RMSP	84.67	1.35	4.40	4.23	5.33
<i>Total</i>	82.85	2.15	8.45	3.40	3.15

Fuente: elaborado por la autora a partir de Comité de Cuenca Hidrográfica Alto Tietê (CBH-AT, 2002: 65).

Una vez detallado el funcionamiento del Sistema Integrado, trataremos su expansión y apuntaré algunas medidas que el gobierno del estado y la Sabesp están adoptando para mejorarlo en el contexto de una nueva estrategia.

PERSPECTIVAS DEL SISTEMA INTEGRADO

Expansión del Sistema

En el año 2002, la capacidad de producción de los sistemas productores de agua del Sistema Integrado era de 67.7 m³/s (véase tabla 6), siendo que la disponibilidad promedio era de 63.0 m³/s.

TABLA 6. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE AGUA.

<i>Sistema</i>	<i>Capacidad (m³/s)</i>
Cantareira	33.0
Guarapiranga/Billings-Taquacetuba	14.0
Río Grande (Billings)	4.2
Alto Tietê	10.0
Río Claro	4.0
Alto Cotia	1.3
Baixo Cotia	1.1
Ribeirão da Estiva	0.1
<i>Total</i>	67.7

Fuente: Comité de Cuenca Hidrográfica Alto Tietê (CBH-AT, 2002: 60).

Al analizar manantiales de superficie utilizados por el Sistema Integrado, se observa que fueron afectados por la expansión urbana, principalmente en las áreas de protección, donde se construyeron asen-

tamientos irregulares de familias de bajos ingresos. Es necesario resaltar que la pobreza no es la causa de la degradación ambiental; ese problema está relacionado con el proceso de producción, apropiación y consumo de la tierra urbana, altamente excluyente, con la escasez de políticas de vivienda y con los problemas sociales y económicos por los cuales pasa el país. Por otro lado, el impacto sobre estos manantiales refleja también la dificultad existente para articular e integrar el manejo de los recursos hídricos, responsabilidad del estado de São Paulo, y el manejo del uso del suelo, responsabilidad del municipio de São Paulo y de los otros municipios involucrados.

La utilización de los acuíferos, a su vez, es poco conocida, tanto en términos del número de pozos existentes y en uso, como de su tamaño. Se estiman unos 6 000 pozos en operación, con un caudal de 7.9 m³/s, que están se usan como provisión complementaria, principalmente por industrias, condominios residenciales y negocios aislados (CBH-AT, 2002).

De acuerdo con los estudios realizados por la Fundación de la Universidad de São Paulo (FUSP)/ en cuanto a la elaboración del Plan de la Cuenca del Alto Tietê, de continuar con el crecimiento de la demanda, la disponibilidad de agua de los manantiales del Sistema será insuficiente en pocos años y será necesario ampliar la disponibilidad en por lo menos 8 m³/s (CBH-AT, 2002). Estos estudios indican que se necesita tomar algunas providencias inmediatas para proteger dichos manantiales de la degradación, lo que perjudicaría su participación en el abasto en un futuro próximo. Apuntan que en el mediano y largo plazos, hay que pensarse en otras soluciones, tales como la gestión de la demanda, el reutilización y la expansión de la capacidad de los sistemas o la construcción de nuevos sistemas. Tales soluciones no deben ser pensadas de forma exclusiva, sino de forma conjunta, con la participación de las entidades gestoras de las cuencas involucradas, como la del Médio Tietê, [la del Piracicaba, Capivari e Jundiá,] la del Ribeira do Iguape y la Baixada Santista (CBH-AT, 2002: 3).

Para expandir la oferta será imprescindible buscar nuevas fuentes en otras cuencas, cuyas aguas se transfieran entre los ríos, y se utilicen las

presas existentes como presas de pasaje. Algunas de esas alternativas, son citadas en el Plan de la Cuenca:

- El río Juquiá, afluente del río Ribeira do Iguape, en la región Sur del estado de São Paulo, ya estudiado en el pasado, podrá contribuir con 4.0 m³/s. La presa de pasaje, en este caso, sería la Guarapiranga;
- los ríos Itatinga e Itapanhaú, en la vertiente oceánica de la Sierra del Mar, también ya estudiados en el pasado, podrán contribuir con 8.0 m³/s. En este caso, serían utilizados para pasaje de las aguas, las presas de Biritiba, Jundiá y Taiacupeba, en el sistema Alto Tietê; y
- las presas de afluentes del río Paraíba do Sul, tal como el río Jaguari, podrían contribuir con 10 m³/s; en este caso, los embalses del Sistema Alto Tietê servirían como presas de pasaje para las aguas.

Es indudable que la adopción de cualquiera de estas alternativas deberá negociarse con otras cuencas. El uso de las aguas del río Juquiá, por ejemplo, necesitará una atención especial con los impactos sobre el área, la cual presenta hoy bajas tasas de ocupación y demanda, y posee áreas de preservación ambiental. En el segundo caso, podrán surgir conflictos porque las nacientes de los ríos Itatinga e Itapanhaú se encuentran en la Sierra del Mar, un área protegida, y porque estos ríos representan una reserva estratégica para el abasto en la Baixada Santista. La tercera alternativa es la menos estudiada porque la cuenca del Paraíba do Sul convive con sus propios problemas: contaminación de las aguas, conflictos entre usos y usuarios, extracción de sus aguas para el abasto de un área en el estado del Rio de Janeiro. El cuadro crítico se reproduce para las otras alternativas citadas.

Con respecto al crecimiento de la demanda, el Plan de la Cuenca presenta una importante cuestión que debe enfrentarse:

a pesar de no preverse aumentos significativos en la demanda, las áreas periféricas presentan un crecimiento bastante superior a los anteriormente previstos, lo que exigirá obras de refuerzo y duplicación para la provisión de la demanda. [Además, el] crecimiento de la demanda en la periferia de la región exigirá un manejo de las áreas de influencia de los sistemas productores (CBH-AT, 2002: 77).

Soluciones adoptadas para mejorar el servicio

Recientemente la Sabesp empezó un trabajo de revisión y actualización del sistema de abastecimiento de la RMSP cuyo horizonte es el año 2025 y propuso que: los manantiales utilizados en el momento sean mantenidos; las nuevas alternativas a elegir deben poseer facilidades legales e institucionales para su aprovechamiento; y deben observarse las posibilidades de ampliación de las plantas de potabilización y menores interferencias en el SAM. Además de la ampliación de la oferta de agua, la revisión del Plan considera que deben manejarse la demanda, y la conservación y reparación de la infraestructura, por medio de algunos programas.

1. Programa de Reducción de Pérdidas, creado en 1995 con el objetivo de reducir las pérdidas en el Sistema. Incluye las siguientes acciones: reducir la presión en la red de distribución; buscar y eliminar las fugas de agua en la red y reducir el tiempo de reparación de las evasiones visibles (Sabesp, 2000c).

2. Uso Racional del Agua, el cual presupone nuevos hábitos y costumbres, cambios culturales que consideren el agua un recurso finito “raro y caro”. Está relacionado con programas de educación ambiental y con el desarrollo de nuevas tecnologías y equipamientos.

Además, la Compañía también está buscando incentivar la reutilización de las aguas servidas, pero todavía es una acción incipiente.

TABLA 7. BALANCE HÍDRICO EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE SÃO PAULO (2003) VOLÚMENES (MIL M³).

Volumen disponible a la distribución	Volumen autorizado (1 021 331) 65.7%	Volumen facturado (901 412) 58.0%	Volumen medido (901 412) 58.0%	Aguas facturadas (901 412) 58.0%
			Volumen estimado 0%	
Uso interno (1 517 017)		Volumen no facturado (1 199 191) 7.7%	Usos operacionales (2 443) 0.2%	
			Usos de emergencia (410) 0.0%	
			Usos sociales (117 066) 7.5%	
Sistemas Aislados (37 257)	Pérdidas totales (532 943) 34.3%	Pérdidas no físicas (271 986) 17.5%	Imprecisión de micromedición (145 811) 9.4%	Aguas no facturadas (652 862) 42.0%
			Gestión comercial (113 555) 7.3%	
Volumen total (1 554 274) 100 %		Pérdidas físicas (260 957) 16.6%	Otros (12 620) 0.8%	
			Evasiones (260 957) 16.6%	
			Derramamientos 0%	

Fuente: Compañía de Saneamiento Básico del Estado de São Paulo (Sabesp, 2004).

PROBLEMAS Y SOLUCIONES

Los problemas relacionados al agua en la cuenca Alto Tietê son resultado del proceso intenso y acelerado de urbanización e industrialización en la RMSP, orientado por un modelo económico y cultural en el cual se permitía la explotación ilimitada de los recursos naturales y no se invertía en términos de infraestructura urbana. Entre otros impactos, este proceso contribuyó a que se intensificara la impermeabilización del suelo y se modificara el ciclo hidrológico con reflejos negativos sobre los manantiales de la región. Los problemas derivados de las características naturales de la región fueron agravados poco a poco por la acción de los seres humanos y el área empezó a convivir con un agua impropia para el abasto de la población y con la escasez en los periodos de sequía. La solución adoptada, entonces, fue la importación del agua de otras cuencas para atender las necesidades del abasto, como presentamos anteriormente.

Con el paso del tiempo dichos problemas se recrudecieron; una de las causas fue el conflicto entre las diferentes políticas concernientes al uso de los recursos hídricos adoptadas por el gobierno, presentamos a continuación algunos ejemplos al respecto.

Gestión del agua: conflictos entre políticas sectoriales

Las políticas adoptadas desde principios del siglo XX por el gobierno del estado de São Paulo, muchas veces con apoyo del gobierno federal, dieron prioridad al uso del agua para generar energía eléctrica, en detrimento del uso para el abastecimiento para la población. A pesar de que en principio estos usos no se contraponen, la adopción de medidas poco apropiadas para acelerar y aumentar la producción de energía y poco favorables para la conservación del agua, ayudó para que se tornaran antagónicos (Victorino, 1999); es decir, en el contexto del proceso de industrialización de la RMSP y en el ámbito del Proyecto Sierra, se aceptó que las aguas servidas fueran desalojadas en los ríos, sin tratamiento y en cantidades superiores a la capacidad de dilución de los mismos, lo que los contaminó y los comprometió.

Por otro lado, al no considerarse una prioridad, el servicio de alcantarillado siempre recibió menores inversiones que el abastecimiento y

cuando las recibió casi siempre se concentraron en la extensión de la red colectora y no en la construcción de plantas de tratamiento de aguas servidas,²⁰ como consecuencia el problema de la calidad del agua se agravó.

Otro factor que agudizó el problema hídrico, en términos de cantidad y calidad, fue la expansión urbana de la RMSP hacia las áreas de manantiales al Norte (Sierra de la Cantareira y Presa Paiva Castro) y al Sur (Presas Guarapiranga y Billings). Para enfrentar a este problema, en los años setentas el gobierno sustituyó la política de expropiación de áreas —inviabile a causa de sus costos para los fondos públicos—, por una política de control de la expansión urbana, a través de un conjunto de reglas para el uso y la ocupación del suelo, posteriormente condensadas en la Ley de Protección a los Manantiales (1975).²¹ No obstante, esta ley no logró alterar la dinámica urbana establecida: industrialización, crecimiento periférico y expansión del área urbana dictada por el capital inmobiliario.

Por esta razón, el Sistema de abastecimiento a São Paulo fue drásticamente afectado y la solución aceptada fue la importación masiva de agua de otras cuencas, especialmente de la cuenca del Piracicaba. La coexistencia de estas políticas definió el destino de las aguas —no sólo en la cuenca Alto Tietê, también en las cuencas Piracicaba, Capivari e Jundiá y Baixada Santista—, y configuró un cuadro de crisis constante, que resultó en la pérdida de la calidad del agua bruta con costos más elevados para su tratamiento y conflictos regionales.

Gestión del agua: conflictos entre regiones (subcuencas o cuencas)

Los problemas y conflictos regionales, hoy en día, pueden ser verificados tanto entre las zonas de la Región Metropolitana (cuenca Alto Tietê), como entre esta área y las cuencas vecinas.

Con respecto a los conflictos internos a la RMSP, destacan los siguientes:

²⁰ Sólo en los años 90 la Sabesp empezó a hacer mayores inversiones en el tratamiento de las aguas servidas.

²¹ El gobierno mantuvo la propiedad privada de las tierras y estableció un perímetro de protección con diferentes niveles de densidad en las áreas mínimas permitidas para el fraccionamiento de las propiedades.

- En la parte Este, donde están las nacientes de muchos ríos, hay un conflicto entre el uso elevado del agua para el riego (hortofrutícola), y el uso para el abastecimiento público de los municipios allí ubicados. De acuerdo con el Informe Final del Plan de la Cuenca Alto Tietê, el uso del agua en las cabeceras del Tietê para el riego rivaliza con el uso del agua para el abasto humano e industrial (...). [Además de ello, los] (...) equipamientos de riego predominantes en la región son los de aspersión convencional (...) [los cuales] necesitan de una gran cantidad de mano de obra para abrir y cerrar los grifos, así como para cambiar las líneas de aspersión. Este equipamiento es muy influenciado por el viento, ocasionando la mala distribución del agua en el suelo y acarreado baja eficiencia de aplicación del agua (CBH-AT, 2002: 69-70):
- En la parte Sureste, la más industrializada y urbanizada de la RMSP con parte de su superficie en áreas de protección para los manantiales, los principales conflictos ocurren en virtud del uso del agua de la Billings para generar energía eléctrica y el uso para el abasto, la pesca y la recreación, que se agrava por las características de utilización y ocupación del suelo y por la precariedad de los servicios de saneamiento existentes. Otro tema de discusión es el trazado de la carretera externa a la RMSP, llamada Rodoanel, cuyo proyecto prevé su pasaje por áreas de protección para los manantiales.²²
- Al Sur, donde están la presa Guarapiranga y otros manantiales, los problemas se relacionan con la expansión de los asentamientos populares, con la precariedad del servicio sanitario, con la especulación inmobiliaria, con los problemas de tenencia de la tierra y con la protección de los manantiales. El trazado del Rodoanel representa un problema potencial.
- En el Poniente, también un área urbanizada e industrializada, el río Tietê llega con grandes volúmenes de agua contaminada, lo que acumula espumas en los municipios de Santana do Parnaíba y Pirapora do Bom Jesus y, en los periodos de lluvias, cuando se abren

²² Hasta el presente, apenas el tramo oeste del Rodoanel ha sido implantado. Su proyecto provoca muchas discusiones a causa de los posibles impactos sobre la calidad del agua y sobre el medio ambiente.

las compuertas de la presa de Edgard de Souza, causa las inundaciones;

- En la zona Norte, se encuentra la Sierra de la Cantareira con manantiales y cobertura vegetal importantes para la metrópolis bajo la Ley de Protección a los Manantiales. Esta área sufre con la expansión urbana, caracterizada por ocupaciones clandestinas (bajos ingresos) y por planes residenciales de alto patrón, ya que, en ella, la cobertura de los servicios de saneamiento básico es pequeña. El Rodoanel también pasará por aquí, hecho que preocupa a los moradores.

Los conflictos con las cuencas vecinas, a su vez, son bastantes complejos, entre ellos se destacan las contiendas surgidas entre la cuenca Alto Tietê y las cuencas del Piracicaba, Capivari y Jundiá, del Médio Tietê/Sorocaba y de la Baixada Santista. Las disputas entre las cuencas Alto Tietê y Piracicaba se relacionan con la transferencia del agua del río Piracicaba hacia la RMSP por medio del Sistema Cantareira.

En 2004 la concesión para la transferencia, concedida por el gobierno federal en 1974 por un plazo de 30 años, fue renovada por 10 años más y el sistema va a mantenerse; sin embargo, su aprobación se vincula con el cumplimiento de algunas condiciones y el desafío ahora es garantizar que la Sabesp respete el “flujo de referencia por mes”, establecido por el DAEE, especialmente en el periodo de sequía, cuando debe pasar de 3 a 5 m³/s el caudal mínimo en el río Piracicaba, para mejorar el sistema de tratamiento de alcantarillado y depender del Sistema Integrado con relación al Sistema Cantareira (Campos, 2004a).

Los problemas entre la cuenca Alto Tietê y la cuenca del Médio Tietê/Sorocaba se refieren a la contaminación de las aguas del río Tietê por las actividades desarrolladas en la cuenca Alto Tietê: dichas aguas contaminadas llegan a los municipios ubicados en las cotas más bajas, comprometen la calidad del agua, degradan el ambiente y ocasionan inundaciones. En este sentido, se realizan algunas obras para el ensanchamiento del canal del Tietê y la construcción de presas en la cabecera. Cabe recordar que el Alto Sorocaba es una de las cuencas consideradas por la Sabesp como fuente alternativa de agua para el abasto a la RMSP en el futuro.

La Baixada Santista, aparte de las incertidumbres relacionadas al Proyecto Sierra, no posee conflictos extremos en relación con la cuenca

Alto Tietê; no obstante, en el futuro estas dos áreas podrán disputar las mismas fuentes para su abastecimiento: los ríos Itatinga e Itapanhaú, en la Sierra del Mar.

Gestión del agua: conflictos entre acciones y entre actores

A los conflictos presentados anteriormente se suma la incompatibilidad entre algunos proyectos adoptados por los actores con papel ejecutivo en la región: diferentes niveles de gobierno federal, estatal y municipal, y diferentes sectores: saneamiento básico y sector energético.

Muchas veces hubo divergencias respecto del manejo de los problemas, lo que resultó en acciones contradictorias, en la paralización de las actividades y obras, y hasta en conflictos entre diferentes sectores del gobierno o entre el poder público y los actores sociales involucrados. El gobierno federal, por ejemplo, presentó un papel contradictorio en su intervención dentro del sistema de generación de energía en la Usina Henry Borden a mediados de los años setenta. Con el propósito de disminuir la contaminación del agua en la presa Billings, definió una nueva política energética para São Paulo, que determinó la disminución de la producción de energía y del volumen de alcantarillado enviado a la presa. Por otro lado, como reflejo de una contraposición interna, el gobierno federal apoyó, a través del Planasa, al Plan Director de Saneamiento de la Grande São Paulo (Sanegran) en 1976, que pedía el envío del alcantarillado tratado a la Billings, lo cual, mientras las plantas de tratamiento de alcantarillado previstas no estuvieran en funcionamiento y las redes colectoras no fueran ampliadas, contribuiría a la contaminación de las aguas de la presa —como de hecho ocurrió. Estuvieron involucrados en esta cuestión el Ministerio de Minas y Energía, por medio del DNAEE, y el Ministerio del Interior, a través del BNH.

El gobierno del estado de São Paulo también presentó algunas acciones opuestas a lo largo del tiempo. Podemos dar como ejemplo el conflicto entre la promulgación de la Ley de Protección a los Manantiales en 1975 con el objetivo de preservar el medio ambiente y las fuentes de agua en la RMSP y la manutención de la producción de energía en Henry Borden, apoyado por el gobierno federal, con vistas a atender los

intereses del sector eléctrico y el mercado inmobiliario, que afectó la calidad del agua de la Billings. Además, el gobierno del estado propuso la transformación de la línea de carga de la Ferrovia Paulista S.A. (Fepasa) en un tren metropolitano, el cual llegaría al área Sur del municipio de São Paulo, un área de protección, estimulando la ocupación del área y afectando la calidad del agua en los manantiales (Grostein *et al.*, 1985); sin embargo, esa acción no se tornó efectiva.

En lo que se refiere a los gobiernos municipales en la Región Metropolitana de São Paulo, cabe recordar que no tienen dominio sobre las aguas y que, en los años del gobierno autoritario, no tenían ninguna autonomía, por ende su actuación se reducía a la ejecución de obras y a la prestación de servicios determinados por los niveles superiores. Hasta los años noventa, el gobierno del municipio de São Paulo era el que presentaba una actuación más efectiva frente a los gobiernos de los otros municipios de la RMSP, al concentrar sus acciones en las medidas para regular el uso y la ocupación del suelo en territorio municipal, y en la creación del SOS Manantiales²³ en 1991, para fiscalizar las cuencas del Guarapiranga, Capivari-Monos y Billings.

Resaltamos que, en estos casos de incompatibilidad entre proyectos y acciones de un mismo nivel de gobierno, no todos los sectores del gobierno estatal poseen la misma opinión sobre los problemas, pues muchas veces son apoyados por sectores de la sociedad.

Las acciones de los actores sociales, a su vez, son marcadas por el contexto político brasileño; en los años setenta hubo un destaque de los movimientos sociales urbanos, los cuales tuvieron una participación muy importante en la lucha por vivienda y saneamiento básico, y de algunas organizaciones no gubernamentales y categorías profesionales, que también tuvieron una actuación importante, al posicionarse sobre algunas cuestiones relacionadas con los recursos hídricos y al presentar sus propuestas.

Algunas de las ONG que se destacaron en los años setenta y principios de los ochenta fueron: la Comisión en Defensa de la Billings, actuó en contra la adopción del Plan Sanegran (1976); la Asociación en

²³ En 1993, con el cambio de gestión de la prefectura de São Paulo, el SOS Manantiales fue asumido por el gobierno del estado; sin embargo, no contó con los mismos recursos financieros de antes, lo que perjudicó su desempeño.

Defensa del Tietê, creó la campaña SOS Tietê y se posicionó a favor del Plan Sanegran y de la manutención del Proyecto Sierra; y la Comisión en Defensa de la Cuenca del Guarapiranga, presionó por un control mayor del uso público de las orillas de la presa de Guarapiranga y por la reglamentación de su ocupación por palacetes, clubes de campo, industrias, fraccionamientos, restaurantes (Grostein *et al.*, 1985). La evaluación de los resultados de esa participación debe considerar que ellas actuaron en el contexto del gobierno autoritario.

Otras entidades que se destacan en el campo de los recursos hídricos son: Vitae Civilis-Instituto para el Desarrollo del Medio Ambiente y Paz; Instituto Socioambiental (ISA); Instituto Acqua; Movimiento en Defensa de la Vida (MDV); Asociación Global de Desarrollo Sustentado (AGDS), y Red de Cooperación para la Sustentabilidad (Catalisa), las cuales actúan en un ambiente democrático y participan con el Comité de Cuenca Alto Tietê y los subcomités.

Las categorías profesionales que más se destacaron a lo largo de los años setenta y ochenta fueron la Asociación Brasileña de Ingeniería Sanitaria (ABES), que apoyó la reducción de la producción de energía eléctrica en Henry Borden y la disminución del desalojo de alcantarillado *in natura* en los ríos; el Instituto de Ingeniería y la Asociación Paulista de Empresas Constructoras de Obras Públicas (APEOP), los cuales fueron favorables a la implementación del Sanegran; y el Instituto de Arquitectos de Brasil (IAB), que estuvo en contra las alteraciones en la Ley de Protección a los Manantiales. Actualmente, la ABES, el Instituto de Ingeniería y el IAB participan con los comités y subcomités de cuenca.

El nuevo Sistema de gestión del agua en el estado de São Paulo contribuye a la mejora del proceso de toma de decisión y torna el proceso más transparente; sin embargo, como era de esperarse en un espacio abierto a la negociación y a la participación de múltiples intereses, este sistema convive con algunos conflictos sobre los cuales hablaré a continuación.

Gestión del agua: conflictos en el Sistema Integrado de Gestión de Recursos Hídricos

En el ámbito del Sistema Integrado de Gestión de los Recursos Hídricos (SIGRH) del estado de São Paulo pueden detectarse divergencias y con-

flictos entre los diferentes sectores actuantes. Tales divergencias ocurren en relación con la implementación del SIGRH —la cual, a mi modo de ver, forma parte de un proceso en permanente construcción—, y en relación con el propio desarrollo de las actividades en las instancias del propio sistema.

El proceso de aprobación de la Ley del Cobro por el uso del agua en el estado, por ejemplo, ha sido bastante polémico: las discusiones en la Asamblea Legislativa empezaron en 1998, pero fue aprobada hasta diciembre de 2005. Varios sectores estuvieron involucrados en esa discusión, los que más se destacaron fueron los industriales y los agrícolas (o agroindustriales), empeñados en discutir la metodología a ser adoptada para el cálculo del cobro en cada uso del agua²⁴ y el plazo para implementación de la Ley.

Otro ejemplo puede ser la revisión del Manual de Procedimientos del Fondo Estatal de Recursos Hídricos (Fehidro), en el cual hubo tensión entre las ONG y el Gobierno. En 1999, el gobierno del estado de São Paulo, mediante el Consejo Estatal de Recursos Hídricos, al retomar algunos antecedentes jurídicos de los años de 1997 y 1998 determinó que “las Organizaciones de la Sociedad Civil jamás deberían tener ingreso en tal Fondo” y que, por lo tanto deberían ser excluidas de sus recursos. Los representantes de la sociedad civil en el Comité Alto Tietê, valiéndose los otros comités del estado, se articularon rápidamente y consiguieron revertir esa decisión. La participación de las entidades civiles en los recursos del Fehidro fue reglamentada y se eliminaron algunas exigencias burocráticas que creaban obstáculos para que las entidades referidas participaran en el proceso de distribución de los recursos del Fondo (Campos, 2004b).

²⁴ En el caso del agua utilizada por el sector industrial se estimaba según el volumen consumido, el volumen desalojado y las condiciones de los cursos de agua después de estas acciones. En el caso del sector agrícola, sin catastro de los usuarios, el cálculo debería considerar el área de riego y el consumo que la cultura agrícola exige; sin embargo, este cálculo era considerado injusto, una vez que desconsideraba los índices pluviométricos, las peculiaridades de cada cultura, del suelo y de cada agricultor. Dichos sectores cuestionaron la posibilidad de pasar estos costos a los consumidores, lo que, en el caso de la agricultura, sería prácticamente inviable (Campos, 2001).

CONSIDERACIONES FINALES

El abastecimiento de agua a São Paulo hace mucho que constituye un problema para la población. En primer lugar, por la ausencia de obras que permitan el suministro de agua a los domicilios y por la contaminación de las fuentes en la región y la escasez del agua de buena calidad frente a la demanda creciente. Asimismo, las políticas hídricas adoptadas desde el comienzo del siglo XX, al priorizar la producción de energía eléctrica en detrimento del abastecimiento, agravaron los problemas relacionados con el suministro de agua: a partir de un determinado estadio de la implantación de dicho sistema energético, se consolidó un “hecho consumado” y las medidas subsecuentes apenas intentaron minimizar sus efectos.

Actualmente, según los datos de la Sabesp, el problema parece que la cobertura del Sistema Integrado es de un cien por ciento de la población del municipio de São Paulo y de un 97 por ciento de la población de la RMSP, sin embargo, cuando analizamos con mayor detenimiento, encontramos que los datos generales ocultan problemas locales: existen regiones que sufren con la escasez de agua y con el sistema de provisión por turnos. Si bien es cierto que el tandeo tiene como una de sus causas la sequía, no se puede olvidar las fallas en la red de distribución, en los tanques de almacenamiento o en las plantas de bombeo, ni la ausencia de inversiones en determinadas zonas de la RMSP.

Los estudios recién realizados sobre el sistema de abastecimiento, como vimos, alertan sobre problemas futuros. A pesar de que las tasas de crecimiento poblacional han bajado mucho, los cálculos demuestran que la tendencia es un faltante de agua a corto plazo. Teniendo en cuenta que los manantiales de superficie utilizados en el Sistema Integrado —con excepción del Sistema Alto Tietê—, no poseen un margen para ampliar la producción del agua, las alternativas deberán basarse en importar agua de otras cuencas. Además, como la construcción casi sin interrupción de obras hidráulicas no ha logrado resolver el problema, deben implementarse programas con el objetivo de disminuir el derroche y las pérdidas de agua tratada en la red, y de introducir la reutilización de las aguas servidas para fines menos nobles, lo que el gobierno del estado, por medio de la Sabesp, ya está haciendo.

En relación con el uso de agua de otras cuencas cabe observar que, debido a la serie de problemas ya verificados entre la cuenca del Alto Tietê y la cuenca del Piracicaba, las cuencas vecinas a São Paulo comienzan su estado de alerta. Los gobiernos municipales y los empresarios que usan el agua como elemento fundamental para su producción, saben que en la medida que la metrópolis crece y que son pocas precauciones tomadas para enfrentar la escasez del agua, se necesitan nuevas fuentes para saciar las necesidades hídricas y sus recursos estarían en la mira de la Secretaria de Energía, Recursos Hídricos y Saneamiento (SERHS) y de los órganos vinculados, la Sabesp y el DAEE.

Para el futuro, los órganos del gobierno estatal encargados de la materia, y los gobiernos municipales necesitarán enfrentar problemas relacionados con el abastecimiento y con los recursos hídricos en general, tales como: límites de expansión de las fuentes ya utilizadas; contiendas a causa de la transferencia y el uso de agua de otras cuencas; elevado porcentaje de contaminación de los recursos hídricos de la cuenca Alto Tietê; presión constante de la expansión urbana sobre los manantiales; dificultad de mantenimiento de las líneas de conducción y tanques de almacenamiento; escasez de recursos financieros para mantener la infraestructura existente y construir nuevas obras necesarias en el sector de saneamiento básico; elevados índices de pérdidas en la red; la no reutilización del agua servida para fines menos nobles.

Esta es una tarea compleja que debe cumplirse en conjunto por los órganos gubernamentales y aprovechar el espacio creado para la discusión de los problemas del agua entre los diferentes actores, es decir, los comités de cuenca. Además, en este momento se abre una nueva posibilidad para el sector de saneamiento básico con la aprobación de la ley relativa a la reglamentación del sector por el Senado, con casi 20 años de retraso. Otros pasos deberán darse, concentrándose en la implantación de la nueva ley y en los ajustes entre la gestión del agua y la gestión del saneamiento básico. Por otro lado, es necesario que los actores sociales se apropien de los comités de cuenca, participen en las discusiones, hagan sus propuestas; en fin, ayuden a construir el proceso de gestión descentralizada.

BIBLIOGRAFÍA

- CAMPOS, Valéria Nagy de O. (2001), “Metropolização e recursos hídricos na América Latina: o caso da Região Metropolitana de São Paulo e da Zona Metropolitana da Cidade do México. 1970 a 2000”, tesis de maestría, USP Prolam São Paulo.
- (2004a), “Novos arranjos, velhos problemas”, *Revista Electrónica*, REDLACH, núm. 1, Santiago, disponible en <www.fao.org/redes/redlach>.
- (2004b), “Gestión de recursos hídricos y participación de la sociedad civil organizada en la Cuenca Hidrográfica Alto Tietê”, en: J. Warner y A. Moreyra, *Conflictos y participación. Uso múltiple del agua*, Montevideo, pp.159-167.
- CBH-AT. Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (CT-PL) (2002), “*Relatório Final do Plano de Bacia do Alto Tietê-PBAT*”, Versão 2, São Paulo, septiembre, disponible en <www.sigrh.sp.gov.br/sigrh>.
- CRH. Conselho Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo (2005), *Relatório de Situação dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (Relatório Zero)*. São Paulo, junio, 2000, disponible en <www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/r0estadual>, consultado el 11 de diciembre.
- EMPLASA. Empresa Metropolitana de Planejamento, S.A. (2004), *Plano Metropolitano da Grande São Paulo*. São Paulo.
- (2004), *Região Metropolitana de São Paulo. Agenda para o desenvolvimento*, abril.
- GROSTEIN, Marta Dora; Jodete R. Socrates y Tanaka, Marta. M. S., (1985), “*A cidade invade as águas: qual a questão dos mananciais?*”, Sinopses, São Paulo, FAU-USP.
- JORGE, Wilson E. (1987), “A política nacional de saneamento, pós-64”, tesis de doctorado, São Paulo, FAU-USP.
- Ministério das Cidades de Brasil (2004), *Caderno de Saneamento Ambiental*, Brasília, s.p.i..
- MOREIRA, Antonio Cláudio M. L. (1990), “Política pública de proteção aos mananciais”, tesis de maestría, FAU-USP, São Paulo.
- NUCCI, Nelson L.R. (1993), “Aproveitamento dos recursos hídricos na Região Metropolitana de São Paulo”, en São Paulo, *Política de gestão*

- de recursos hídricos no estado de São Paulo*, São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, pp.9-33.
- OLIVEIRA, Eduardo M. (1995), “Processos decisórios de interesse na constituição de políticas de água na Grande São Paulo. Um estudo da formação das políticas públicas sobre as águas da metrópole de São Paulo no período de 1950-1983”, tesis de maestría en Ciencias Ambientales, São Paulo, PROCAM-USP.
- SABESP. Socorro aos Mananciais (2000a), “*Ligação Saneamento, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável*”, núm 11, julio-agosto.
- _____ (2000b), “Águas de São Paulo. Passado & presente”, *Ligação Saneamento, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável*, especial, septiembre-octubre.
- _____ (2000c), “Águas de São Paulo. Presente & futuro”, *Ligação Saneamento, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável*, especial, noviembre-diciembre.
- _____ (2004), *Programa Metropolitano de Água 1996/98. Atualização, 2004/06*, São Paulo.
- SÃO PAULO (cidade) (1990), *São Paulo: crise e mudança*, São Paulo, Brasiliense.
- _____ (2000), *São Paulo em números*, São Paulo, Secretaria Municipal de Planejamento.
- SÃO PAULO (estado) Secretaria do Meio Ambiente (1999), *A água no olhar da história* [projecto de Dora Shellard Corrêa, Zuleika M.F. Alvim], São Paulo, A Secretaria.
- THAME, Antonio Carlos de M. (coord.) (2000), *A cobrança pelo uso da água*, São Paulo, Instituto de Qualificação e Editoração Ltda.
- VICTORINO, Valério I.P. (1999), “O ocaso das águas na privatização dos rios: estamos todos a jusante”, *Novos Estudos Cebrap*, núm 55, São Paulo, noviembre.

LA GESTIÓN DEL BOLSÓN DEL HUECO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA A CIUDAD JUÁREZ Y EL PASO, TEXAS: EXPECTATIVAS TÉCNICAS Y POLÍTICAS

GUSTAVO CÓRDOVA BOJÓRQUEZ¹

INTRODUCCIÓN

La gestión pública del agua² en la frontera México-Estados Unidos empezó a partir de la firma del Tratado de Guadalupe Hidalgo el 2 de febrero de 1848 y se formalizó con la Convención del 1 de marzo de 1889 cuando se creó la Comisión Internacional de Límites la cual trataba el tema del agua y enfrentaba entre otras cosas la distribución de aguas del Río Bravo al Valle de Juárez en 1906; posteriormente, se firmó el Tratado sobre Distribución de Aguas Internacionales del 3 de febrero de 1944. Este tratado transformó la Comisión Internacional de Límites en la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA), y dio amplia autoridad para desarrollar y vigilar la utilización compartida de las aguas internacionales de los dos países.

En ese entonces, la gestión había estado enfocada a la administración y distribución correcta del agua, la generación de electricidad por la presas La Amistad y Falcón y la observancia de los cauces de los ríos Bravo y Colorado como los límites entre los dos países. Sin embargo, la evidencia de problemas de contaminación del agua junto con la impor-

¹ Profesor investigador del Colegio de la Frontera Norte, <gcordova@colef.mx>.

² La gestión pública se ocupa de la utilización de los medios adecuados para alcanzar un fin colectivo, trata de los mecanismos de decisión para la asignación y distribución de los recursos públicos, y de la coordinación y estímulo de los agentes públicos para lograr objetivos colectivos. De esta manera, la decisión pública es un compromiso entre múltiples actores interdependientes (Meny y Thoenig, 1992: 130) y es a su vez un conjunto de reglas y decisiones dirigidas a incentivar y a coordinar acciones, y es pública porque persigue metas colectivas y se desenvuelve en el marco de unas restricciones jurídico-políticas peculiares (Albi *et al.*, 1997: 7-12). En este caso, la gestión del agua subterránea de la cuenca compartida involucra tanto a los actores de un país como del otro, asumiendo que el recurso en cuestión es público y las restricciones jurídico-político son de carácter internacional.

CUADRO 1. RELACIÓN DE ACUERDOS INTERNACIONALES EN RELACIÓN CON EL MANEJO DEL AGUA EN LA CUENCA COMPARTIDA ENTRE JUÁREZ Y EL PASO.

<i>Año</i>	<i>Evento</i>	<i>Objetivos</i>
1848 1853	Tratado de Guadalupe Hidalgo; Tratado de Gadsen	Definición del límite internacional entre México y Estados Unidos, asignación de obligaciones administrativas, y clarificación de las demandas relacionadas con los límites.
1889	Convención de Límites	Estableció la Comisión Internacional de Límites y estipuló los procedimientos para el ajuste de disputas sobre límites en la extensión internacional de los ríos limítrofes, con base en las reglas de los tratados de 1848 y 1853 y de la Convención de 1884.
1906	Convención del 21 de mayo de 1906	Estipula la distribución entre México y los Estados Unidos de las aguas del Río Bravo en el tramo internacional del Río entre el Valle de Juárez-El Paso y Fort Quitman, Texas.
1944	El Tratado del Agua del 3 de febrero de 1944, denominado para la Utilización de las Aguas de los Ríos Colorado y Tijuana y del Río Bravo	Distribuye las aguas del Río Colorado y el Río Bravo entre dos países; estipula la construcción de trabajos de restauración en el canal principal de la extensión internacional del Río Bravo; así como un mecanismo para solucionar los problemas de saneamiento fronterizos, y establece la Comisión Internacional de Límites y Aguas con autoridad de aplicar e interpretar los términos del tratado con el consentimiento de los gobiernos.
1983	Acuerdo para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Zona Fronteriza (Tratado de La Paz)	Establece un mecanismo binacional de consulta cotidiana sobre problemas ambientales en la zona fronteriza; estipula la participación de una amplia variedad de niveles de gobierno en ambos países, y organizaciones no gubernamentales, en el diseño e implementación de soluciones ambientales transfronterizas. Define la zona fronteriza como el área comprendida entre 100 kilómetros al norte y al sur de la frontera internacional.
1992	Creación de la Junta Ambiental del Buen Vecino	Aconseja al Presidente y al Congreso de Estados Unidos sobre asuntos ambientales y de infraestructura relacionados con la frontera en los estados estadounidenses contiguos a México.
1992	Elaboración del Plan Integral Ambiental Fronterizo (PIAF) por parte de la Usepa y Sedue	Los pasos iniciales para implementar las metas del Tratado de La Paz a través del establecimiento de un Plan Integral Ambiental Fronterizo (PIAF). El PIAF busca mejorar la coordinación y cooperación hacia la solución de problemas relacionados con el aire, suelo, calidad del agua y residuos peligrosos.
1993	Creación de la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (Cocef) y del Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN)	Asiste a las comunidades en ambos lados de la frontera a desarrollar y financiar proyectos de infraestructura ambiental.
1996	Elaboración e Inauguración del Programa Ambiental Frontera XXI	Implementa el Tratado de La Paz, coordina y apoya las actividades gubernamentales y no gubernamentales para la mejora del medio ambiente, basado en los principios de desarrollo sustentable, participación pública, transparencia y descentralización administrativa.
2002	Elaboración e Inauguración del Programa Ambiental México-EE. UU. Frontera 2012	Acuerdo binacional basado en el Protocolo de La Paz para continuar con lo estipulado por Frontera XXI, pero con un enfoque mayor en un proceso descentralizado que involucre a los estados, municipalidades, y gobiernos tribales en la zona fronteriza.

Fuente: Octavo Informe de la Junta del Buen Vecino, 2005 (organismo similar al Consejo Consultivo de Desarrollo Sustentable de la Semarnat)

tancia que comenzaba a tomar el tema ambiental, hizo que los gobiernos de ambos países incorporaran en su agenda el tema de la contaminación del agua. De las diferentes instituciones, la CILA atendió en un inicio esta problemática con la operación y mantenimiento del sistema sanitario internacional en ambos Nogales en 1958.³

La agenda se reforzó en 1979 con el acta 261 de la Comisión Internacional de Límites y Aguas: *Recomendaciones para la solución de los problemas fronterizos de saneamiento*.⁴ A partir de ese momento, el tema de la gestión del agua de manera binacional se incorporó a una serie de negociaciones, acuerdos y programas que definieron las principales estrategias para solucionar los problemas de agua potable y saneamiento con el fin de evitar la contaminación de los cuerpos de agua, principalmente el Río Bravo. Entre los principales eventos citamos el acuerdo de la Paz de 1983, el Programa Integral Ambiental Fronterizo (PIAF) de 1991, el Programa Frontera XXI de 1996, la creación de la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (Cocef) en 1993 y el Programa Ambiental Frontera 2012, elaborado en el año 2002 (véase cuadro 1).

En esta dinámica, el asunto del agua subterránea del acuífero compartido del bolsón del Hueco y otros como el de la Mesilla, Mimbres y Moscos en la frontera chihuahuense ha quedado relegado por las autoridades de ambos países, y se ha limitado a administrar el recurso como si no existiera comunicación física en el subsuelo. Gracias a varios autores se ha podido demostrar la dinámica, las características y las tendencias de este acuífero (Berg, 1970; Drewes y Dyer, 1993; Herrera, 1999; Canizales, 1999; Díaz, 1999; Terrazas, 2002 y Del Hierro, 2004).

Por el lado mexicano, el agua es suministrada por la Comisión Nacional del Agua al Gobierno del Estado a través del modelo de Título de Asignación administrado por la Junta Central de Agua y Saneamiento y la Junta Municipal de Aguas y Saneamiento, para su-

³ Acta 206 del 13 de enero de 1958. Archivos CILA. Ciudad Juárez, Chihuahua.

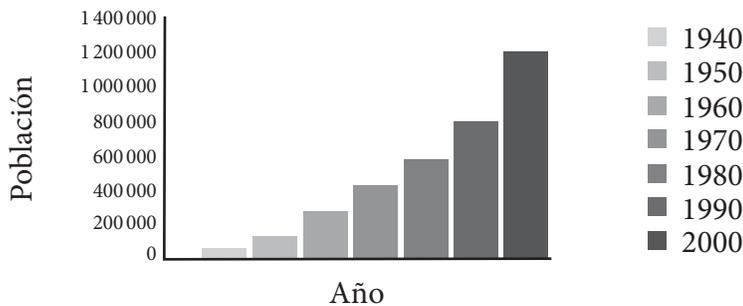
⁴ Acta 261, libro 27 del 24 de septiembre de 1979. CILA-IBWC. Como antecedente se tiene que el 16 de febrero de 1979, los Presidentes José López Portillo y James Carter en un comunicado conjunto instruyeron a la CILA para atender los problemas de saneamiento (Bustamante, 1999).

ministro de agua potable a la población del Municipio de Ciudad Juárez, Guadalupe y Praxedis. Por el lado estadounidense, el Gobierno del Estado de Texas le da facultades a El Paso Water Utilities para administrar libremente el recurso y suministrar el mismo a la población del Condado de El Paso.⁵

Los avisos de agotamiento del recurso por la explotación intensiva del acuífero,⁶ producto de la demanda de la población creciente sobre todo en Ciudad Juárez (véase figura 1) y los grandes consumos en las viviendas de El Paso, han puesto los focos rojos en la ciudadanía y las autoridades de ambos lados de la frontera.

Este trabajo, analiza precisamente la gestión que se ha realizado del agua subterránea desde el punto de vista técnico y político. Para cumplir con este propósito se ha dividido el escrito en tres partes. La primera parte informa de la situación del acuífero compartido y su explotación; la segunda, expone a los principales actores que han gestionado el agua y la normatividad respectiva, y la tercera, las consideraciones finales.

FIGURA 1. CRECIMIENTO POBLACIONAL 1940-2000 EN CIUDAD JUÁREZ, CHIHUAHUA.



⁵ Formalmente constituyeron una sola urbe, la antigua ciudad Paso del Norte del Río Bravo hasta 1848, pero fueron divididas por la guerra México-Estados Unidos, dando origen a dos ciudades: Paso del Norte en el lado mexicano y Franklin en Texas. En 1884, Paso del Norte cambió su nombre en honor del Benemérito, constituyéndose como Ciudad Juárez, y Franklin adoptó el de El Paso (Bustillos, 2004).

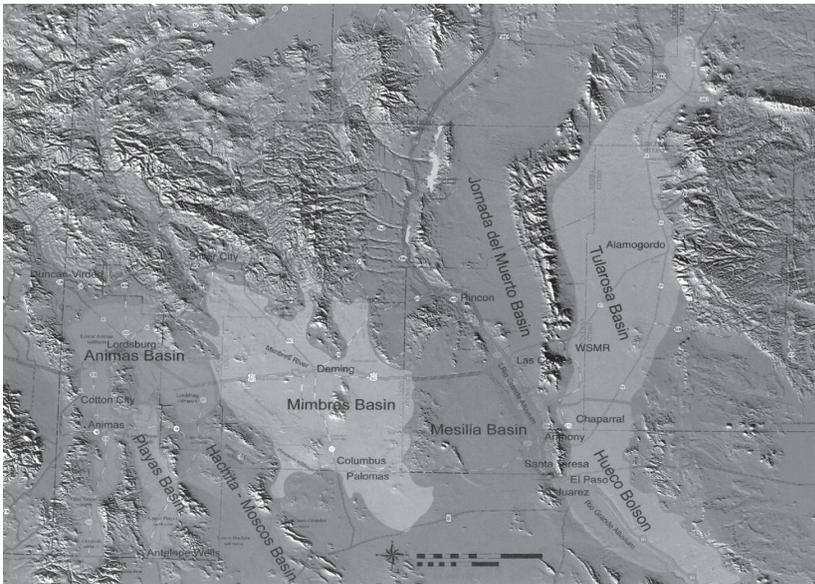
⁶ Existe un abatimiento del nivel freático en un rango de 30 a 50 metros en toda su historia de explotación (Texas Water Commission, 2001).

SITUACIÓN DEL ACUÍFERO COMPARTIDO Y SU EXPLOTACIÓN

Lo geofísico

El bolsón del Hueco se extiende una distancia aproximada de 100 km desde las montañas ubicadas al sur de Ciudad Juárez, Chihuahua, en el norte de México, hasta el límite internacional, en una distancia adicional de 150 kilómetros hasta el bolsón de Tularosa en Nuevo México. Geográficamente, el bolsón del Hueco se encuentra dentro de las coordenadas $31^{\circ} 10'$ hasta $31^{\circ} 45'$ de Latitud Norte y $105^{\circ} 45'$ hasta $106^{\circ} 30'$ de Longitud Oeste (véase figura 2).

FIGURA 2. IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS EN LA REGIÓN DE CIUDAD JUÁREZ-EL PASO.

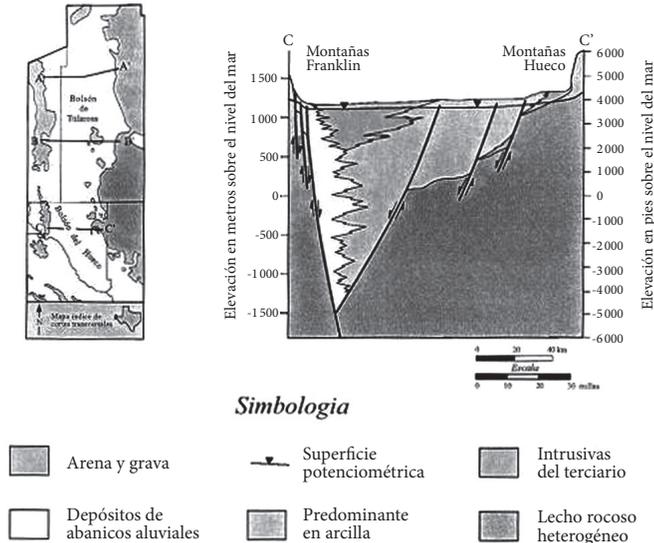


Fuente: Plano elaborado por EPWU, Texas (Oficina de Utilización del Agua de El Paso)

El bolsón del Hueco se ubica entre las montañas Franklin y la Sierra de Juárez en la parte sur del límite fronterizo; su límite fisiográfico al norte de la frontera está delimitado por las Montañas Franklin y las Hueco Mountains. El vaso de captación de este acuífero es producto de los pro-

cesos de extensión tectónica que ocurren en el área. Este proceso (*rifting*) es el mecanismo principal en el desarrollo de sistemas de pilares y fosas en el basamento cuyas expresiones en superficie son las montañas y valles.

FIGURA 3. SECCIÓN TRANSVERSAL DEL BOLSÓN DEL HUECO.



Secciones geohidrológicas transferasles generalizada A-A', B-B', y C-C' del acuífero Hueco-Tularosa (los contactos entre los depósitos de bolsón y lecho rocoso fueron seleccionados de planos elaborados por Davis y Legatt, 1967; McLean, 1970; y Lee Wilson y Asociados, 1981. La Sección transversal C-C' fue modificada de los originales de Lee Wilson y Asociados, 1981) Fuente: CILA, Enero de 1998.

La profundidad de las cuencas formadas es función del marco temporal del proceso de extensión y de los ritmos de deposición y sedimentación sobre la cuenca a causa de la erosión. Es importante mencionar que no existen divisiones de carácter estructural entre las cuencas de Tularosa y El Hueco es decir, la separación topográfica apreciable a nivel regional es una expresión meramente superficial, ya que ambas cuencas están conectadas hidrológicamente con dirección del flujo desde Nuevo México hacia Texas; por ende algunos autores consideran este sistema como un solo acuífero denominado Hueco-Tularosa.⁷ La su-

⁷ La cuenca bolsón del Hueco se extiende hacia el sur desde la línea estatal entre Texas y Nuevo México, hacia el oeste hasta la Sierra de Juárez y hacia el sur hasta la sierra del Presidio

perficie total evaluada del acuífero Hueco Tularosa es de 10 800 km². Aproximadamente 67 por ciento de esta área se encuentra en Nuevo México, 20 por ciento en Texas y aproximadamente 11 por ciento en México (CILA, 1998).

Los sondeos eléctricos verticales llevados a cabo en el bolsón del Hueco sugieren la presencia de agua dulce en sedimentos con texturas relativamente gruesas. Estos sondeos indican que a profundidades entre 250 metros y 500 metros se pueden localizar estratos con contenidos predominantes de arcillas o estratos saturados con fluidos ligeros o moderadamente salinos. En la parte sudeste del acuífero, los sondeos eléctricos sugieren la transición de depósitos del bolsón con predominio de arena saturada que contiene agua dulce, a depósitos del bolsón con predominios de arcilla o depósitos de cuenca saturados con aguas subterráneas de calidad inferior (CILA, *op. cit.*) (Figura 3).

La explotación del acuífero compartido

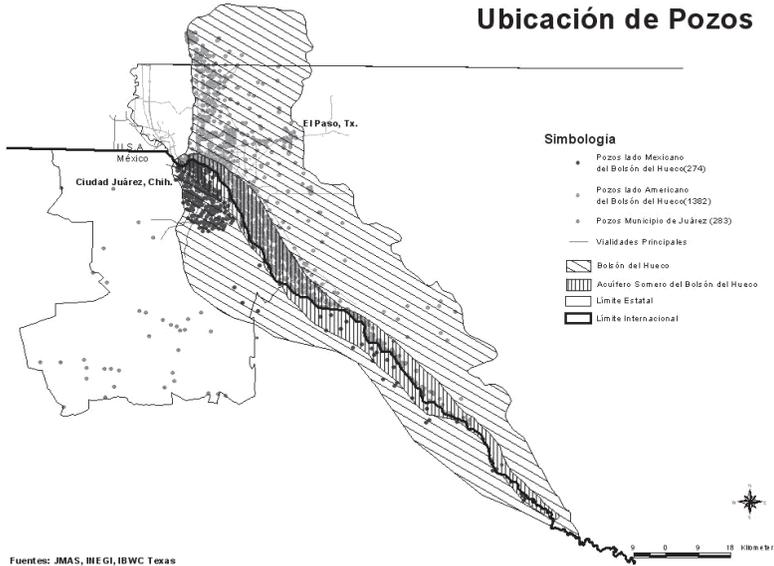
El bolsón del Hueco es considerado la principal fuente de abastecimiento en la zona metropolitana de Ciudad Juárez y El Paso Texas, la extracción del agua se realiza a través de una red de pozos profundos: 283 del lado mexicano y 1100 del lado estadounidense (figura 4).

Un análisis de la explotación del acuífero por parte del Public Service Bureau (Oficina del Servicio Público) y de la Texas Water Comisión (Comisión de Agua de Texas), arroja posiciones contrapuestas.

La primera dependencia establece que la tendencia de agotamiento ha sido parcialmente revertida y habla de sustentabilidad del acuífero, ya que de acuerdo a sus modelos, después de 50 años de explotación, aproximadamente 75 por ciento de la reserva actual estaría aún disponible.

Guadalupe. Los bolsones del Hueco y Tularosa son formaciones asimétricas, limitados por montañas que principalmente son bloques de fallas inclinados. El fracturamiento en bloques ha producido escarpes muy inclinados en el lado este de las montañas San Andrés y Franklin y escarpes moderadamente inclinados en el lado oeste de las montañas Hueco y Sacramento. La porción de la plataforma del Diablo que limita a los bolsones del Hueco y Tularosa consiste primordialmente en la formación de rocas carbonatadas del Pérmico y Cretácico y algunas rocas intrusivas del Terciario. La sierra de Juárez, Sierra El Presidio y Sierra de Guadalupe en el norte de Chihuahua, México están formadas principalmente por rocas clásticas y carbonatadas del Cretácico (varios autores).

FIGURA 4. UBICACIÓN DE POZOS EN LA REGIÓN DE CIUDAD JUÁREZ-EL PASO.



Fuente: Plano elaborado por el IBWC (Instituto Municipal de Investigación y Planeación) con datos de INEGI, JMÁS, CILA-IBWC

La segunda, menciona que hay un abatimiento del nivel freático en un rango de 30 a 50 metros. Los 49 mil millones de metros cúbicos (mmm^3) de reserva que había en el bolsón del Hueco en los ochenta, se redujeron a 26 mmm^3 para el año 2001 con un ritmo de extracción de 0.270 mmm^3 por año. A este ritmo, el bolsón tendrá para el año 2030 una reserva de tan sólo 5 mmm^3 (Texas Water Comisión, 2001).

Si consideramos que Ciudad Juárez, extrae alrededor de 150 mm^3 (milones de metros cúbicos) por año a una tasa de consumo de 333 litros por persona por día, y El Paso, Texas, alrededor de 166 mm^3 por año a una tasa de consumo de 570 litros por persona por día, si tomamos en cuenta lo que establece la Comisión de Agua de Texas, la situación es complicada puesto que agotaríamos las reservas en aproximadamente 40 años, esto sin contar con los problemas de salinidad que ya se tienen y que se agravarán en una relación directamente proporcional a la extracción.

Recarga y extracción del acuífero profundo

La principal zona de recarga del acuífero está al pie de las Sierras Franklin y Organ, en los Estados Unidos y la Sierra de Juárez y zona de terrazas del Río Bravo, en territorio mexicano. Estudios realizados en los Estados Unidos muestran que existe una capa horizontal impermeable regional al norte de la ciudad de El Paso que encauza el flujo del agua en el acuífero de norte a sur. El movimiento del agua en el acuífero antes de su explotación era hacia los Estados Unidos. Al explotarse el agua subterránea en el valle, el nivel del acuífero del bolsón se abatió, cambiando la dirección del flujo.

En los años de 1926 a 1999 se han extraído un total de 3 158 mm³ o hectómetros cúbicos, los cuales han servido para el abastecimiento de zonas de riego, usos industriales, comerciales y domésticos de Ciudad Juárez. En 1998 se bombearon 145.45 mmm³ para dicha ciudad. Más 5.00 mm³ por medio de pozos para abastecer el distrito de riego 009. Lo anterior ha provocado el abatimiento del acuífero localizado debajo de Ciudad Juárez y un flujo de agua subterránea de Estados Unidos se observa hacia la zona urbana de Juárez. El abatimiento del acuífero es de 1 a 3 metros por año (Lemus, 1999).

CUADRO 2. VOLUMEN DE EXTRACCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LOS AÑOS DE 1926 A 1999.

Año	Gasto (l/seg)	Volumen anual	
		(litros)	mm ³
1926	41.72	1 315 681 920	1.32
1930	84.45	2 663 215 200	2.66
1940	130.41	4 112 609 760	4.11
1950	233.37	7 359 556 320	7.36
1960	650.23	20 505 653 280	20.51
1970	938.02	29 581 398 720	29.58
1980	2 182.58	68 829 842 880	68.83
1990	3 799.82	119 831 123 520	119.83
1998	4 612.19	145 450 023 840	145.45
1999	4 756.23	149 992 637 000	149.99

Fuente: Lemus, 1998 y Dirección de Plantas de Bombeo de la JMAS, 1999.

Para tener una idea de cómo se han realizado las extracciones en el periodo 1926-1999, consideremos los siguientes datos: el volumen acumulado en este intervalo se distribuye en el área urbanizada de Ciudad Juárez, equivalente a 23 260.89 hectáreas, teniendo una profundidad aproximada de 13.58 metros. En la extracción en 1999 y la recarga estimada anual se realizó de la misma manera, dio como profundidad 0.65 m y 0.15 m respectivamente, o sea que la recarga de la extracción en 1999 fue del 23.07 por ciento.

El incremento en la extracción de agua del acuífero del bolsón del Hueco se ha dado en las tres últimas décadas, ya que mientras en el periodo de 1926 a 1970 se tuvo un incremento en el consumo anual de 28.3 mm³, en fechas recientes, de 1970 a 1999, se tuvo un incremento de 120.4 mm³ en la extracción, lo que significa que en los últimos 29 años (periodo 1970-1999) se tuvo un incremento en la extracción de 350 por ciento, con relación a los 44 años anteriores (período 1926-1970). Es importante mencionar que este volumen solo contempla los gastos que son extraídos de los pozos controlados por la JMAS para el abastecimiento de agua potable del área urbana de Ciudad Juárez, pero hace falta de incluir la extracción de la vecina ciudad y del área rural de ambos lados de la línea divisoria.

La extracción de agua subterránea se da principalmente por bombeo a través de pozos, ubicados en su mayor parte en la zona de Zaragoza hasta la línea de divisoria entre El Paso y Hudspeth, por infiltración al acuífero profundo y por evapotranspiración en zonas de niveles someros. A lo largo de la zona altamente urbanizada de El Chamizal, las descargas ocurren por flujo subterráneo hacia el bolsón del Hueco, donde el almacenamiento del acuífero del Río Bravo es abatido constantemente por los constantes bombeos del acuífero (CILA, 1998).

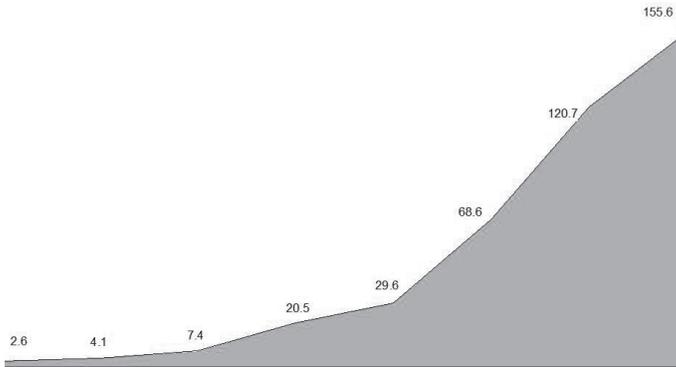
Datos históricos de utilización de la cuenca compartida

En el caso de Juárez, el comportamiento histórico de uso de las aguas subterráneas ha sido creciente a lo largo del siglo XX, en virtud de que se trata de la única fuente utilizada de abastecimiento de agua potable para la creciente población de la región y de que no se han contemplado

políticas dirigidas a influir en estos indicadores. En el lado mexicano se carece de políticas de tandeo, de reutilización o reciclaje, y de programas concretos dirigidos a la recarga de los mantos freáticos.

Si bien es cierto que el comportamiento creciente, casi exponencial, del nivel de explotación del acuífero en esta parte de la cuenca se explica parcialmente a partir de los componentes demográficos de ambos lados de la frontera, también es necesario puntualizar la ausencia de programas de educación ambiental dirigidos a formar una conciencia pública respecto al cuidado del medio ambiente, en general, y al uso del agua, en particular, que se traduzcan en la optimización de la administración, uso y reutilización del recurso.

FIGURA 5. VOLUMEN HISTÓRICO DE EXTRACCIÓN DE AGUA DEL BOLSÓN DEL HUECO 1930-2000.



Fuente: Plan Maestro de Agua y Saneamiento de Juárez, 2000-2020. JMAS

Por el lado estadounidense, se han llevado a cabo políticas de manejo sustentable del recurso hídrico. El organismo operador, El Paso Water Utilities, cuenta con un plan a cincuenta años en el que se establecen diversas opciones de disponibilidad y uso en condiciones normales y bajo diversos niveles de sequía. El nivel de consumo *per cápita* ha disminuido de 836 litros diarios a 570 entre 1970 y 2004 (EPWU, 2005).

PRINCIPALES ACTORES Y LA NORMATIVIDAD

Los actores

En un esquema de los cuatro actores que generan a las ciudades,⁸ hemos podido identificar a los principales, que han estado participando en este proceso de acercamiento tendiente a una gestión binacional del recurso.

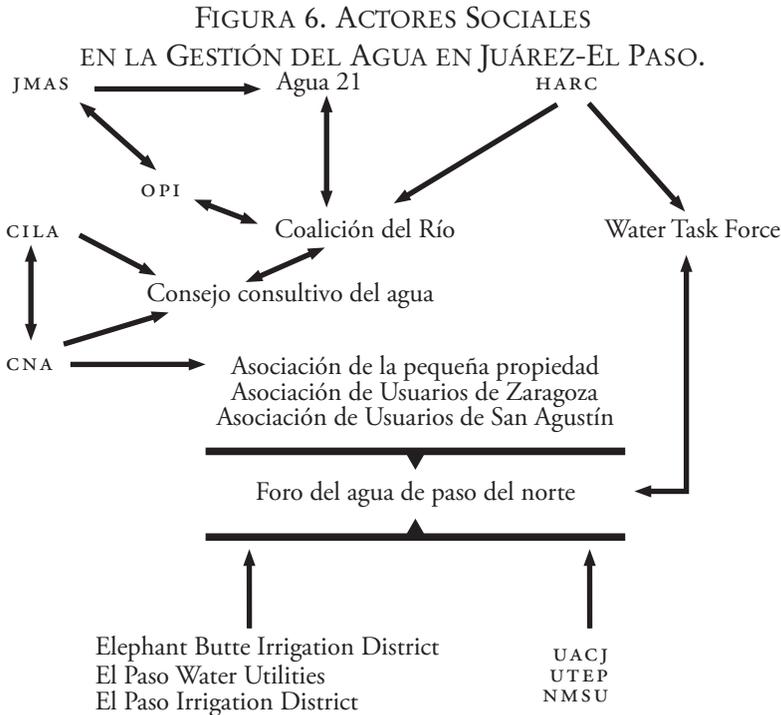
Los principales actores de gobierno son la JMAS de Juárez, la Oficina de Servicios Públicos y El Paso Water Utilities, de la ciudad de El Paso, Texas, los cuales han compartido información técnica y establecido una relación de trabajo en cooperación para atender los asuntos relacionados con el agua potable y las aguas residuales como ha quedado asentado en la actualización del Plan Maestro para el Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Juárez, Chihuahua en el año 2004.

La explotación del agua subterránea de la cuenca internacional presenta modalidades diferentes en México y en Estados Unidos, donde inciden diferentes escalas de aproximación: mientras que en México el agua es propiedad de la nación y, por lo tanto, un asunto de orden federal, en Texas es competencia del mismo estado en coordinación con los condados, por lo que el manejo de la cuenca es desigual en términos de política internacional.

Bustillos (2004) nos expone un esquema de participación e intercambio que retomamos como base para este análisis (Figura 6).

OPI: Organización Popular Independiente; Aqua 21, A.C; HARC: Houston Advanced Research Center; Water Task Force: Grupo Fuerza de tarea Paso del Norte; UACJ: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; UTEP: Universidad de Texas en El Paso; NMSU: Universidad Estatal de Nuevo México.

⁸ Hay cuatro tipos de actores: los que realizan procesos orientados por una lógica de obtención de ganancia en la producción de y en la ciudad, es decir, los empresarios; los actores gubernamentales que siguen la lógica del orden y la justicia; actores en razón de la lógica de la necesidad. Estos se muestran fuera del mercado y de las políticas públicas. Se desarrollan de cuatro maneras: mediante acciones individuales o colectivas directas; la organización comunitaria, por medio de base solidaria para la producción directa; por medio de las organización de movimientos reivindicativos frente a actores gubernamentales; y a través de la orientación hacia relaciones clientelares, clientela del gobierno o de políticos. Junto a esas tres lógicas y tipos de actores, podemos identificar la lógica del conocimiento a la academia como cuarto actor (Pirez, 1995).



Fuente: Bustillos, 2004

Dentro de los actores de gobierno figuran la Junta Municipal de Aguas y Saneamiento (JMAS), la Junta Central de Aguas y Saneamiento (JCAS), la Comisión Nacional del Agua (CNA), la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA), y la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (Cocef). Dentro de los actores que siguen la lógica de la necesidad se encuentran las asociaciones de productores agrícolas y organizaciones no gubernamentales como Aqua 21. Dentro de los actores de la academia que siguen la lógica del conocimiento se identifica a la Universidad de Texas en El Paso (UTEP), la Universidad Estatal de Nuevo México (NMSU) y al Centro de Investigaciones Avanzadas de Houston (HARC), y por el lado mexicano, a la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ). Faltarían en este esquema los empresarios, de los cuales, se identifica como promotores de la relación binacional a la Cámara de Comercio de El Paso, la Asociación de Maquiladoras (de Juárez) y Desarrollo Económico de Juárez, A.C.

Con este esquema se ha detectado que la gestión del agua subterránea está siendo afectada por variaciones trascendentales en los modos de gestión pública al pasar de una gestión realizada por las instancias de gobierno a una cogestión mixta que involucra a todos los actores, constituyéndose así organizaciones o grupos mixtos de gestión.

En el caso de las ONG, el papel activo que jugaron en la década de los noventa, alentadas principalmente por las repercusiones sociales, laborales y ambientales del Tratado de Libre Comercio de América del Norte ha disminuido.⁹ Lo mismo sucede con las instituciones gubernamentales. Instituciones jóvenes como la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza y la Comisión Binacional de Salud, y otras muy antiguas como la Comisión Nacional de Límites y Aguas (CILA), no han podido resolver la agenda binacional en materia de agua.

En respuesta a lo anterior, se ha configurado un nuevo tipo de gestión que hemos denominado Gestión Mixta de Cuatro Actores (GMCA; Córdova, 2005),¹⁰ que toman acuerdos colegiados y consensuados. Dichos acuerdos son recogidos, en la mayoría de los casos, por las autoridades de gobierno como insumos en el diseño de posibles estrategias de políticas públicas binacionales. Algunos ejemplos de GMCA que podemos citar son: El Plan Estratégico, el Grupo Fuerza de Tarea Paso del Norte y el Grupo de Agua del Programa Binacional 2012.

a) El Plan Estratégico es un esfuerzo de todos estos sectores que comenzó en el año 2001. En un principio se conformó el Grupo Impulsor con la participación de varios empresarios de todas las corrientes políticas, las universidades y centros de investigación y varias ONG. Los logros obtenidos ha sido la creación de la Red Verde y Ecológica que ha establecido una agenda para cuidar el agua en la ciudad.

b) Grupo Fuerza de Tarea del Agua Paso del Norte (WTFPN, por sus siglas en inglés),¹¹ que funciona en ambos lados de la línea divisoria

⁹ Por ejemplo, la Coalición de la Cuenca del Río Bravo/Río Grande que en los años noventa llegó a agrupar a más de 85 organizaciones ambientalistas sobre el Río, desapareció en el año 2002.

¹⁰ La toma de decisiones con respecto al recurso se da de manera colegiada por los cuatro actores que producen la región, como el gobierno con su lógica de la política, los empresarios con su lógica de la ganancia, los usuarios con la lógica de la necesidad y los académicos con la lógica del conocimiento.

¹¹ <www.sharedwater.org>.

y que también está integrado por los cuatro sectores pero de ambos lados, aparece en el año 2000. A través de un comité técnico ha podido definir algunas estrategias que buscan articular demandas de los usuarios y ciudadanos, y a la vez busca definir proyectos conjuntos para el buen uso del agua por medio de una adecuada gestión de la cuenca binacional. El principal logro que se puede destacar de este grupo es el ejercicio de observación del problema del agua y la discusión pormenorizada de asuntos particulares como el agua subterránea de la cuenca compartida, así como la discusión sobre las futuras fuentes de abastecimiento de agua, la posibilidad de un mercado binacional del agua y el intercambio de información sobre estrategias de conservación del agua en los hogares de El Paso y Ciudad Juárez.

c) Grupo del Agua Paso del Norte del Programa Frontera 2012 entre México y los Estados Unidos. También está compuesto por los cuatro actores que generan la ciudad y participan casi la totalidad de los miembros del WTFPN. A diferencia de éste, el Grupo del Agua del Paso Norte busca definir proyectos que ayuden a cumplir las metas de un manejo adecuado del agua y disminuir la contaminación del Río Bravo mejorando los sistemas de tratamiento de las aguas residuales de la región Paso del Norte en el marco de cooperación binacional ambiental que ha estado funcionando desde hace 20 años.¹²

Con todo esto, no se ha podido consolidar una política pública exitosa como podrían ser el abastecimiento de agua potable de pozos de Estados Unidos a México, la desalinización de las aguas subterráneas del acuífero compartido. Una de las causas podría ser la que se presenta a continuación.

La normatividad

En México la disposición constitucional otorga la propiedad de las aguas a la nación. La institución encargada de la normatividad es por cuenta de la Comisión Nacional del Agua, instancia encargada de otorgar per-

¹² El primer acuerdo para la cooperación ambiental entre México y Estados Unidos se firmó en la Paz Baja California en 1983, este acuerdo fue la base legal que sustentó el Programa Integral Ambiental Fronterizo (1991-1994), el Programa Frontera XXI (1996-2000) y sustenta actualmente al Programa Frontera 2012.

misos de perforación de pozos para extraer agua de los mantos freáticos para los diferentes usos: agrícola, doméstico, industrial, municipal; lo que implica que cualquier asunto relacionado con agua subterránea debe solucionarse a nivel federal. Por otro lado, en Estados Unidos cada estado define su propia normatividad. En el caso de la cuenca transfronteriza de la región Paso del Norte, en el Estado de Nuevo México el agua subterránea es propiedad privada, mientras que en Texas el agua subterránea es propiedad del estado.

Si bien es cierto que los problemas vinculados al abasto y desbaste de agua en la región son de orden local, en el lado mexicano la solución es de orden federal, mientras que sus vecinos del lado estadounidense pueden solventar por sí mismos cualquier eventualidad. Lo anterior plantea un nivel de dificultad que deben enfrentar los actores locales que intervienen en la gestión del agua subterránea en la región, particularmente los grupos de trabajo mixtos descritos anteriormente.

A nivel de cuenca compartida no existe ninguna normatividad para la explotación del agua subterránea. Para sustituir este vacío, en el mes de diciembre de 1999 los organismos operadores de agua de Ciudad Juárez (JMAS) y El Paso (EPWU) firmaron un acuerdo con el fin de incrementar la comunicación, cooperación e instrumentación de acciones conjuntas con relación a proyectos transfronterizos que sean de interés común en materia de agua; dicho acuerdo fue firmado por el C. P. Luis Mario Gutiérrez Gutiérrez (Presidente de la Junta Municipal de Agua y Saneamiento, en Juárez) y P. E. Edmund G. Archuleta (Jefe de la oficina de Utilización de Agua de El Paso).

En la actualidad ambos organismos están cooperando en el desarrollo del modelo matemático del bolsón del Hueco, conjuntamente con la Comisión Nacional del Agua en México, la CILA, la oficina de Exploración Geológica de Estados Unidos (USGS). Por su parte, La JMAS y la Oficina de Servicios Públicos de El Paso están intercambiando datos en lo relativo a la ubicación y actividades de bombeo de sus pozos municipales en el bolsón del Hueco, sin que esto signifique un compromiso formal de manejo del acuífero compartido. Es posible, con ello, que se vea con el tiempo la necesidad de diseñar mecanismos legales para un mejor manejo del recurso, lo que significaría el primer paso de un acuerdo binacional de agua subterránea.

CONSIDERACIONES FINALES

Expectativas técnicas

Un estudio practicado en 1979 por la Oficina de Desarrollo del Agua de Texas (TWBD por sus siglas en inglés) dictaminó que si los ritmos de bombeo en el bolsón del Hueco no eran disminuidos, el acuífero estaría agotado para el año 2030. Sin embargo, una iniciativa promovida por el gobierno estadounidense, a través de la Oficina de Servicios Públicos de El Paso, con base en los modelos generados por la USGS en 1976, se enfocó a presentar e implementar políticas que establecieran un equilibrio entre las fuentes de recarga y demanda. La solución propuesta fue hacer un mayor uso de aguas superficiales tratadas.

De cualquier manera, está claro que el recurso es finito y que se debe hacer algo al respecto. Por lo pronto, las autoridades mexicanas hacen lo propio trayendo un metro cúbico de agua del bolsón de la Mesilla en Conejos Médanos, en el 2007 y suministrando agua al poniente de la ciudad, buscando cerrar pozos con agua de mala calidad y de baja producción en esta zona de la ciudad. Por el otro lado, la compañía de agua de El Paso inyecta, desde el año 2000, agua tratada al acuífero profundo del bolsón del Hueco.

En consecuencia, la autoridad en función de los modelos dinámicos actuales, establece que se está muy próximo a alcanzar la sustentabilidad del acuífero. Sin embargo, recomiendan un monitoreo hidrogeológico de las condiciones del Bolsón, a tal grado que varios estudios geofísicos de gran envergadura han sido efectuados. En 1974, la USGS recabó información de propiedades eléctricas por medios electromagnéticos en plataforma aérea para determinar patrones en la salinización del suelo. El Buró de Geología Económica (Estados Unidos) efectuó estudios similares en el 2002 río abajo de El Paso, Texas, para establecer potenciales hidrogeológicos hasta una profundidad de exploración de 300 metros.

En la contraparte mexicana no hay modelos documentados con datos geofísicos recientes, sólo se encuentran modelos a partir de sondeos eléctricos verticales, que son unidimensionales, llevados a cabo en la década de los ochenta, los cuales son de carácter local y en gran parte subjetivos, dado que no se corroboran con métodos alternativos, por

lo que se consideran poco confiables al establecer modelos regionales tridimensionales (CILA, 1998).

Las decisiones tomadas con base en estudios científicos propiciaron una disminución considerable del volumen extraído del acuífero en la ciudad de El Paso, mientras que en Ciudad Juárez la tendencia de sobreexplotación tiende a bajar muy lentamente debido a la gran demanda de agua para consumo urbano.

Dichas políticas se sustentaron en modelos basados en simulaciones de diferencias finitas, factibles de ser calculadas en equipos de cómputo personales de alta velocidad de procesamiento. Las ventajas del modelado computarizado permiten no sólo establecer el estado actual del acuífero sino, además predecir su estado futuro y a la vez simular si las acciones diseñadas garantizan la conservación.

Las expectativas técnicas referentes a la sustentabilidad del bolsón del Hueco toman posiciones un tanto encontradas, que se resumen a continuación:

- Si se conservan las condiciones actuales de explotación, se desarrollarán más conos de abatimiento que alterarían todavía más el equilibrio de este sistema. Esto derivaría inevitablemente en el deterioro en la calidad del agua y las implicaciones de un evento de esta naturaleza serían catastróficas para el desarrollo económico de la región.
- En contraste, si se aplican medidas correctivas tales como la potabilización de aguas superficiales del Río Bravo y aguas salobres subterráneas con tecnología de punta como la ósmosis inversa y la ozonización, se permitiría un mejor manejo del recurso.
- Se requiere también investigación científica local constante del acuífero con métodos modernos tales como: Red foronómica con telemetría para monitoreo de niveles en tiempo real; geofísica de plataforma aérea, registros de pozo para petrofísica de los estratos (sonda de neutrones).

Expectativas políticas

Por el lado mexicano, el principal instrumento de gestión del agua se emitió en el año 2000: Plan Maestro de Agua y Saneamiento 2000-

2020 (Cocef-JMAS, 1999, y actualización 2004) el cual se ha considerado como una visión “a largo plazo”.

Para el caso que nos ocupa, dicho plan contempla, entre otras cosas, mantener la extracción en los 4.8 metros cúbicos por segundo (m^3/s) que se utilizan actualmente y, para los restantes $7 \text{ m}^3/\text{s}$ que hacen falta para cubrir la demanda en el año 2020, contempla alternativas que se desarrollarán en este orden:

1. La primera alternativa es traer agua del bolsón de la Mesilla en Conejos Médanos Norte. Se cuenta con $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ en dos etapas, la primera de un metro cúbico, con aporte al sistema en el año 2007, y la segunda, cerca del año 2020.¹³

2. La segunda contempla la potabilización de agua del Río Bravo con $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$, con dos opciones: comprarla potabilizada al Condado de Doña Ana en Nuevo México, o bien, intercambiar los 74 mm^3 (millones de metros cúbicos) de agua del tratado internacional de agua de 1906, que corresponden a agricultores del Distrito 09 en el Valle de Juárez por agua residual tratada de la ciudad.¹⁴

3. Explotar el acuífero somero localizado en la parte suroriente de la ciudad, con $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$ (véase Leos, 2004 y; Molina y Montoya, 1995).

4. Explotar las minas de Bismark (del grupo Peñoles) con $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Dichas minas se encuentran a 120 km al oeste de la ciudad.

5. La última alternativa contempla el agua que hace falta para completar los $12 \text{ m}^3/\text{s}$. Se propone, entre otras cosas, una campaña de reducción de los consumos domésticos comercial e industrial, y promover el uso de aguas negras tratadas estableciendo la “línea morada”: una red de agua residual tratada para regar parques públicos y privados.

Este plan contempla una inversión de 800 millones de dólares repartidos en términos generales en 50 por ciento nuevas fuentes de abastecimiento, 26 por ciento agua potable, 16 por ciento alcantarillado, 4.6 por ciento saneamiento y 1.2 por ciento reutilización (JMAS-Cocef, 2004).

¹³ Desde 1985, se contempla esta opción. La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos realizó varios estudios, posteriormente, la Conagua realizó también varios proyectos al respecto, véase bibliografía, como CNA y SARH.

¹⁴ Desde 1997, se tiene en cuenta esta opción (CNA, 1997).

Como se observa, la política del agua por el lado mexicano ya se encuentra diseñada y establece lineamientos adecuados para asegurar la sustentabilidad. Sin embargo, se observa un problema de eficacia —cumplir metas y objetivos—, si bien, se estableció que los proyectos Conejos Médanos y potabilización del agua comenzarían en el primer lustro, a la fecha apenas el primero se pondrá en marcha y con estrategias y montos económicos diferentes a los presupuestados. Así, podemos mencionar varios casos que dan como resultado la ineficacia del Plan Maestro, lo cual no ayuda a la relación binacional en términos de establecer una política conjunta.

Las autoridades de El Paso, han establecido por su parte, un Plan de Agua con un horizonte de 50 años y con fuertes inversiones estimadas en más de 1 000 millones de dólares para los próximos 10 años, lo cual hace un manejo del agua totalmente diferente al nuestro. Cabe mencionar, por ejemplo, que está en operación desde el año 2000 la Planta Desalinizadora de agua subterránea que inyecta a su vez agua al mismo acuífero, buscando contrarrestar las altas concentraciones de sales minerales disueltas en el agua de la cuenca como lo expone Davis (1967).

La gestión mixta es un mecanismo actual que puede ayudar a reforzar el intercambio de información y, en su momento, participar en el diseño de un acuerdo binacional para regular el uso y asegurar la sustentabilidad del recurso en el bolsón del Hueco, sin embargo, todavía existe el problema de la asimetría legal e institucional en términos de gestión del agua.

Mientras en El Paso se sigue una gestión gerencial, tipo empresarial racional, con poca tolerancia a imponderables, financieros, políticos y sociales; en Juárez es todo lo contrario. El Plan Maestro es un buen instrumento de política pública, sin embargo, para llevarlo a la realidad, se tienen que sortear, al mismo tiempo, imponderables financieros de coyuntura, rezagos sociales como la carencia de infraestructura hidráulica y someter al sistema político los planes de largo plazo, privilegiando actividades del gobierno en turno y acorde con la plataforma electoral de los partidos.

De este conflicto social y político, particular en el lado mexicano, nace la idea de que la gestión del agua subterránea debe transitar por el camino del consenso de los diferentes actores que generan o producen

esta región. Por el lado del gobierno, instituciones como la Cocef y la CILA deben asumir con mayor firmeza su papel de reguladores de los recursos naturales compartidos, ampliando el mandato a aspectos específicos como los expuestos aquí y buscando estrategias que complazcan el bienestar común de ambos lados de la frontera.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBI, E. J. González-Páramo y G. López (1997), *Gestión Pública, fundamentos técnicos y casos*, Ariel, Barcelona.
- BERG, Edgard (1970), *Geology of the Sierra of Samalayuca, Chihuahua, Mexico*, University of Texas, Austin.
- BUSTAMANTE J. (1999), *La Comisión Internacional de Límites y Aguas entre México y Los Estados Unidos*, CILA-NMSU-UACJ, México, Colección sin Fronteras.
- BUSTILLOS Durán, Sandra (2004) “Sociedad y territorio. La gestión del agua en Ciudad Juárez, Chihuahua”, Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco, tesis doctoral.
- CANIZALES-SAENZ, J. (1999), *Evaluación hidrogeológica del acuífero en la zona sur oriente de Ciudad Juárez, Chihuahua, México*, UACJ, Ciudad Juárez.
- CILA (1979), Acta 261, libro 27 del 24 de septiembre de 1979, Archivos CILA-IBWC. Ciudad Juárez, Chihuahua.
- (1958), Acta 206 del 13 de enero de 1958, Archivos CILA-IBWC. Ciudad Juárez, Chihuahua.
- (1998), Segunda Fase del Estudio Binacional Sobre la Presencia de Sustancias Tóxicas en el Río Bravo/Río Grande y sus Afluentes, en su Porción Fronteriza entre México y los Estados Unidos.
- Comisión Nacional del Agua (1990), Estudio del Anteproyecto Acueducto Conejos-Médanos, Ciudad Juárez, Chihuahua, elaborado por IPESA Ingeniería y Procesamiento Electrónico, S. A. de C.V.
- Comisión Nacional del Agua (1997) Estudio de Factibilidad Técnica, Legal y Económica para el aprovechamiento de las aguas del Río Bravo para el Abastecimiento de Agua Potable a Ciudad Juárez, Chihuahua, realizado por la Empresa Integral de Ingeniería

- y Administración, S. A. de C.V., contrato SGC-GRN-APA-CHIH-96-4091
- Comisión Nacional del Agua (1997) Evaluación Geológica e Hidrogeológica y supervisión de la perforación de 12 pozos exploratorios en la zona sur de Conejos Médanos. Contrato GAS-04-97
- _____ (1998) Monitoreo vertical hidrogeoquímico y de la calidad natural del agua en piezómetros de Conejos Médanos para la definición de localización, las características constructivas y costos de los pozos de explotación para abastecimiento de Ciudad Juárez, Chih. Contrato GAS-001-98
- _____ (1999) Estudio Geofísico en la zona de Conejos Médanos, municipio de Juárez, Chihuahua.
- _____ (2000) Prospección Hidrogeológica e hidrogeoquímica en el bolsón de la Mesilla, Chihuahua (Zona Conejos Médanos)
- CÓRDOVA B. Gustavo (2005), "Participación ciudadana y gestión del agua en Ciudad Juárez, Chihuahua", Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco, tesis doctoral.
- DAVIS, M.E (1967), *Preliminary results of the investigation of saline water resources in the Hueco Bolson near El Paso*. United State Geological Survey Open File Report
- DEL HIERRO-OCHOA, J. (2004), "Comportamiento hidrogeoquímico del bolsón del Hueco en el área urbana de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. 1965-1999", diciembre, 2004, tesis de Maestría, UACJ.
- DÍAZ ARELLANO, Rosario (1999) "Estudio de resistividad en la zona de terrazas del Valle de Juárez", tesis de maestría, UACJ, Ciudad Juárez
- DREWES, Harold y Russ Dyer (1993), *Geologic Map and Structure Sections of the Sierra de Juárez, Chihuahua, Mexico, U.S. Geological Survey, s.p.i.*
- HERRERA-MERCADO, J. (1999) "Características hidráulicas del acuífero del bolsón de Mesilla para su explotación como fuente de abastecimiento", tesis de maestría, Instituto de Ingeniería y Tecnología, UACJ.
- JMAS-COCEF-IIS (2004), Actualización de Plan Maestro para el Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Juárez, Chihuahua.

- Junta Municipal de Aguas y Saneamiento (1999) Calidades del agua en la Zona Sur del Acuífero de Conejos —Médanos Juárez, Chihuahua. (Bolsón de la Mesilla) Reporte Técnico núm. DSGEO-10/99
- (2000a) Modelo matemático de Simulación hidrodinámica y de transporte de solutos en el bolsón de la Mesilla, Juárez, Chih.
- , Junta Central de Aguas y Saneamiento, Gobierno del Estado de Chihuahua y Comisión Nacional del Agua (2000b), Diagnostico de Calidad del Agua en 23 pozos del Acuífero de Conejos Médanos y definición de la necesidad de una planta potabilizadora para el proyecto Conejos Médanos, Juárez, Chihuahua.
- LEMUS SÁNCHEZ, Ranulfo (1999), “Abastecimiento del sistema de Agua Potable de Cd. Juárez, Chih.”, *1926-1998*, UACJ, tesis de maestría
- LEOS-RODRÍGUEZ, A. (2004) “Modelo digital conceptual geohidrológico del bolsón del Hueco en Ciudad Juárez, Chihuahua, México, tesis de maestría (inédita), Instituto de Ingeniería y Tecnología, UACJ. Diciembre, 2004.
- MENY, Y. y J.C. Thoenig (1992), *Las políticas públicas*, Ariel, Barcelona.
- MOLINA, J. L y Montoya, M (1995) “Análisis Geohidrológico y nivelación de los pozos del Valle de Juárez, en la zona Zaragoza-San Agustín”, UACJ, tesis de ingeniería.
- PLANO, X. (1973) en Aguilar, L. (1996) *La hechura de las políticas. Antología 2*. Porrúa, México.
- SARH (1985), Estudio complementario de prospección geohidrológica en la zona Conejos Médanos, para proporcionar agua en bloque a Ciudad Juárez, Chih. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Contrato CC-85-312D
- SARH (1987), Estudios de Geofísica en la Cuenca Conejos Médanos, para el abastecimiento de agua en bloque a Juárez, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Contrato SC-87-814
- TERRAZAS-MORALES, D. (2002) “Comportamiento dinámico y estratigráfico del bolsón del Hueco del área urbana de Ciudad Juárez, Chihuahua, México”, junio, 2002, tesis de maestría, UACJ, Ciudad Juárez.
- Texas Water Comisión (2001) *Bolsón del Hueco Hydrogeological Study*.

EL ABASTO DE AGUA A MANAGUA, NICARAGUA: CARACTERÍSTICAS Y PROBLEMÁTICA

GERMÁN SANTACRUZ DE LEÓN¹

INTRODUCCIÓN

La inaccesibilidad al agua potable en las ciudades, medianas y grandes, de América Latina y el Caribe se usa cada vez más como ejemplo de la llamada “crisis del agua” y se comienza a considerar como un problema ambiental; el acceso al agua se ve limitado sobre todo en las zonas marginadas, en las que la falta de infraestructura, la contaminación y la sobreexplotación de las fuentes de agua acrecientan de manera directa los niveles de pobreza. La ciudad de Managua, Nicaragua, no es la excepción, a pesar de contar con una alta disponibilidad hídrica teórica, la falta o envejecimiento de su infraestructura, la contaminación de los cuerpos de agua que casi siempre constituyen las fuentes primarias de agua, la falta de inversión en el sector, entre otras cosas, provocan que un alto porcentaje de sus residentes no tengan agua potable de manera constante.

La población nicaragüense está afrontando las consecuencias de mantener regímenes dictatoriales en el pasado reciente y de la guerra de los años ochenta del siglo XX, así ha dejado para otros momentos la solución de sus problemas ambientales y de los asociados al acceso al agua potable tanto en las zonas rurales como en las urbanas.

El objetivo de este artículo es analizar el abasto de agua potable en la ciudad de Managua, considerando los impactos sociales de la dictadura, de la Revolución Popular Sandinista y de los gobiernos con marcada tendencia a la derecha.

En el primer apartado se analizan las condiciones sociales en los años de dictadura, durante el periodo de la revolución y en el periodo

¹ Profesor-Investigador del programa “Agua y Sociedad”. El Colegio de San Luis, A.C.
email: <gsantacruz@colsan.edu.mx>.

en que gobernó la derecha, así como sus impactos en el acceso a los servicios públicos. En el segundo apartado, se estudian las condiciones biofísicas y socioeconómicas de Nicaragua y Managua, se destaca la alta disponibilidad de recursos hídricos con que cuenta este país, que depende económicamente de las exportaciones del sector agrícola, actividad que se desarrolla de manera importante en Managua, y que la alta concentración de la población humana en Managua tiene su origen en la migración provocada por la dictadura y la guerra de los años ochenta del siglo XX, así como por los altos índices de pobreza y marginación en las zonas rurales.

En el tercer apartado se describen y analizan las condiciones de acceso al agua en Managua, en comparación con las condiciones existentes en el resto de Nicaragua; se destaca que el suministro de agua potable en Managua, al igual que en gran número de ciudades latinoamericanas, depende del agua subterránea; que ésta se encuentra en condiciones de sobreexplotación y contaminada, lo que se debe al pobre mantenimiento en la red de distribución de la ciudad, a la alta concentración de pozos para uso doméstico en la parte central de la ciudad y a los que se construyen sin control gubernamental y que se usan para fines comerciales o industriales. Por otro lado, se describe la problemática del agua residual generada por los diferentes usos en Managua.

En el cuarto apartado se analiza la evolución del marco legal e institucional del sector de agua potable y alcantarillado en Managua y Nicaragua. Aquí se destaca que en los años 50 del siglo XX el gobierno de Nicaragua era responsable del abastecimiento del agua en las localidades y que actualmente se cuenta con una administración centralizada, con una gran número de organismos estatales incidiendo en la gestión del agua; de tal forma que la falta de una economía fuerte y la diversidad de problemas que entraña la gestión del agua, están provocando que el gobierno nicaragüense ceda a las presiones de los organismos internacionales de empréstito con el afán de privatizar el servicio de agua potable en Managua, aunque esto parece revertirse con el nuevo gobierno sandinista. Por último, en el quinto apartado se presentan comentarios finales.

DICTADURA, REVOLUCIÓN POPULAR SANDINISTA,
 GOBIERNOS DE DERECHA: IMPACTOS SOCIALES

El pueblo nicaragüense tiene una larga historia de lucha por acceder a mejores condiciones de vida, sin embargo, en el último siglo, ha padecido los efectos de una terrible dictadura y, como consecuencia de ésta, de una guerra que condujo al poder al Frente Sandinista de Liberación Nacional (FSLN); pero además ha padecido los efectos de la guerra provocada por la *contrainsurgencia*, estimulada y financiada por el gobierno estadounidense, y de la política establecida de 1990 al 2006 por los gobiernos de derecha.

En 1927 comenzó el movimiento revolucionario encabezados por Augusto César Sandino cuyo fin era expulsar a las fuerzas norteamericanas apostadas en territorio nicaragüense y que apoyaban a la oligarquía que gobernaba al país. Sin embargo, en el periodo que comprende de ese año a 1956 la lucha revolucionaria entró en un proceso de aletargamiento, debido a la fuerza que tomó la dictadura de la familia Somoza. El primero de enero de 1937 asumió la presidencia de Nicaragua el general Anastasio Somoza García, estableció un férreo control de la Guardia Nacional —ejército nicaragüense— y en 1938 con una nueva asamblea constituyente, renovó la constitución y estableció que él permanecería en el cargo hasta 1947, año en que fue elegido el Dr. Leonardo Arguello, quien gobernó hasta 1950, año en que fue derrocado por Somoza, que permaneció en el poder hasta 1956. Al ser asesinado, el poder lo asumió su hijo Luis y ante la muerte de éste en 1967 el poder quedó en manos de Anastasio Somoza Debayle.

La dictadura somocista se caracterizó por el despojo de las tierras a los campesinos con la finalidad de establecer una agricultura de exportación, provocando que una parte de los campesinos desplazados migraran a las ciudades, principalmente a Managua (Vilas, 1984; 1986), de forma que entre 1950 y 1970 se cuadruplicó la población de esta ciudad, pasando de menos de 110 000 habitantes a casi 400 000 (Vilas, 1985) con la falta de infraestructura urbana como común denominador.

Así, el poder económico y la riqueza estaba concentrada en unas cuantas familias —los Somoza se apoderaron de las mejores tierras y

de las empresas más productivas—; la agricultura de exportación y la ganadería, practicada por la clase dominante, comenzaron a tener auge e inició el proceso de industrialización; y cultivos como el café, el algodón y la carne eran los principales productos de exportación (Vilas, 1985), los cuales se vendían a excelentes precios en el mercado internacional. En 1978, la familia Somoza y sus socios poseían el 20 por ciento de la superficie agrícola dedicada a cultivos de agroexportación (Deere & Marchetti, 1985) y monopolizó las ramas comerciales e industriales e incluso prohibió la venta de leche no procesada, con lo que favorecía la venta de sus propios productos.

Lo anterior provocó condiciones sociales alarmantes, insalubridad y falta de servicios públicos: se tenía una tasa de mortalidad infantil de 12 por ciento, una esperanza de vida al nacer de 55.2 años, el nivel de alfabetismo era del 48 por ciento y la mayoría de la población no contaba con electricidad, agua potable, letrinas o seguridad social moderna (Garfield, 1985).

En los dos últimos años de la dictadura se presentaron las primeras manifestaciones de inconformidad en la población en 1978 ya existía una amplia oposición encabezada por el FSLN, organización armada fundada en 1962 por Carlos Fonseca, Tomás Borge y Silvio Mayorga, cuyo objetivo era acabar con la dictadura. Después de varias semanas de intensos combates, Somoza Debayle huyó de Nicaragua y el 19 de julio de 1979 el FSLN asumió el poder del Estado nicaragüense mediante una junta compuesta por cinco miembros, coordinada por Daniel Ortega, comandante del FSLN.

El nuevo régimen se autodenominó Revolución Popular Sandinista y gobernó el país hasta 1990, periodo durante el cual afrontó la lucha armada de la contrarrevolución financiada por los estadounidenses. Los recursos humanos y económicos destinados a la guerra eran mayores, casi la mitad del presupuesto se destinaba a afrontar la contrainsurgencia; se recurrió a la devaluación de la moneda, y la escasez de alimentos aumentó (Vilas, 1990). En 1982 el 18 por ciento del presupuesto del gobierno se destinó a la defensa, en 1983 con el incremento de la guerra el presupuesto destinado a ésta ascendió a 20 por ciento y en 1985 alcanzó el 40 por ciento (Garfield, 1985). Con ello, la economía nicaragüense colapsó, esto fue además catalizado por el rompimiento

de relaciones comerciales y financieras por parte de Estados Unidos de América (Harris, 1985; 1987) y de las principales instituciones financieras internacionales (Sánchez & Vos, 2005)

Por otro lado, el financiamiento de la inversión privada se llevó a cabo a expensas de los ingresos públicos, lo que llevó al deterioro de los niveles de consumo y de vida de los grupos de menores ingresos. La contracción del gasto público y la reducción del empleo afectaron los servicios sociales, la inversión pública se redujo en 66 por ciento entre los años 1987 y 1989, y a partir de mediados de 1988 el régimen sandinista asumió una política económica que favoreció a los ricos y que perjudicó a los pobres (Vilas, 1990).

El ingreso *per cápita* se redujo en 2.4 por ciento anual en el periodo 1980-1985 y en el periodo de hiperinflación que duró de 1985 a 1990 dicho ingreso se redujo en 7.4 por ciento anual (Sánchez & Vos, 2005), esto se reflejó en el deterioro generalizado de las condiciones de vida de la gente (Vilas, 1990), pues entre 1979 y mediados de 1985 el poder adquisitivo real se redujo entre 40 por ciento y 75 por ciento, lo que provocó, en conjunto con el miedo a la guerra y la lentitud de la reforma agraria, un incremento en el flujo migratorio a Managua. Así, se consideraba que la población nicaragüense y la economía estaban en exceso concentradas en esta ciudad y que el resto del país se encontraba en condiciones por debajo de las consideradas como de subdesarrollo (Wall, 1993). Lo anterior, en combinación con la reducción de la inversión en infraestructura, agravó el deterioro general de los servicios urbanos (Vilas, 1986). En 1988 el consumo de leche y azúcar se redujo en 50 por ciento y 40 por ciento respectivamente y enfermedades como la tuberculosis y la malaria se extendieron rápidamente (Vilas, 1990).

A pesar de lo anterior, el régimen sandinista tuvo avances en el ramo de la educación; se estableció constitucionalmente el sistema de salud gratuita para la población y se tuvieron logros en este sector (Garfield, 1985); se creó el Instituto de la Reforma Agraria (INRA); se creó el Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados (INAA), mediante el cual se dotó de agua potable al 53.6 por ciento de la población y se entregaron 33 958 lotes con agua potable y materiales para la construcción de letrinas.

Los logros del régimen sandinista no tuvieron reflejo en el ánimo y en las condiciones de vida de los nicaragüenses debido a que, por un lado, la política económica no fue adecuada y, por el otro, el embargo comercial del gobierno estadounidense y el apoyo financiero que éste le proporcionó a la contrarrevolución, provocaron escasez de alimentos, el hundimiento de la economía y el deterioro de las condiciones de vida de los nicaragüenses (Arana & Rocha 1997).

Tales condiciones fueron, entre otras, las causas para que un alto porcentaje de la población nicaragüense decidiera dejar el gobierno en manos de la Unión Nacional Opositora (UNO), la cual derrotó en las urnas al FSLN el 25 de febrero de 1990, lo que marcó el inicio de gobiernos de centroderecha. Nuevamente la esperanza de los nicaragüenses era tener paz y mejores condiciones de vida, sin embargo, bajo este régimen retornaron los nicaragüenses exiliados y comenzó la devolución de las tierras a sus antiguos poseedores; se realizó un ajuste económico para contener el proceso inflacionario, provocando mayor miseria en la población nicaragüense. En 1997 asumió el poder Arnoldo Alemán del Partido Liberal de Centro-derecha y en el 2002 asumió el poder Enrique Bolaños del Partido Liberal Constitucionalista, quien había fungido como vicepresidente de Arnoldo Alemán.

Es importante destacar que durante la década de los años ochentas del siglo XX, la guerra afectó considerablemente la economía nicaragüense, generándose altos índices de pobreza y marginación (Anónimo, 2001), y el deterioro en los servicios básicos; esto se ve reflejado en el Índice de Desarrollo Humano (IDH). Según el Informe de Desarrollo Humano 2003 del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Nicaragua se clasificaba como país con IDH medio, ocupaba el lugar número 121 y tenía el segundo lugar de los países más pobres de América (Anónimo, 2003; Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS), 2001; Gómez, 2000); el 75 por ciento de la población vivía en condiciones de pobreza, según el índice de necesidades insatisfechas un 31.2 por ciento vivía en algún grado de pobreza, 43.6 por ciento estaba en condiciones de pobreza extrema y de 2 a 4 necesidades básicas no le eran cubiertas.

Para el año 2006 el Informe de Desarrollo Humano 2006 clasificó a Nicaragua en el lugar 112, similar al del año 2005, de un total de

177 naciones. En lo que se refiere al acceso a agua potable, el informe destaca que pasó de un 81 por ciento en el 2005 al 79 por ciento en el 2006. Destaca además que el 20 por ciento de los hogares más pobres de Nicaragua gastan en promedio más del 10 por ciento de sus ingresos en agua (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2006).

Durante el periodo 2002-2006, es decir, bajo el gobierno de Enrique Bolaños, la inversión en agua y saneamiento fue de 178 millones de dólares, que corresponden al 0.75 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) anual, esta inversión fue financiada por “donantes” extranjeros; en el periodo de 1990 a 1999, bajo los gobiernos de Violeta Chamorro y Arnoldo Alemán, se invirtieron 215 millones de dólares, de este monto el 77 por ciento fue financiado por “donantes” extranjeros.² En el 2005, el gobierno de Nicaragua, invirtió en el sector de agua potable 174 millones 390 mil Córdobas (10 millones 995 mil dólares estadounidenses) y en ese mismo año invirtió en asuntos de defensa el 0.80 de su Producto Interno Bruto, es decir 484 millones 330 mil Córdobas³ (30 millones 537 mil dólares estadounidenses), esto es, se invirtió 2.8 veces más en asuntos de defensa que en infraestructura para agua potable.⁴

De modo que la esperanza de los nicaragüenses, puesta en manos de los gobiernos de derecha, de mejores condiciones de vida no ha sido cubierta, esto se refleja en las condiciones de vida en el área rural y es más visible en el área urbana, sobre todo en la ciudad de Managua.

ASPECTOS BIOFÍSICOS Y SOCIOECONÓMICOS

Nicaragua, cuenta con una superficie territorial de 129 494 km², es considerado el país mas grande de Centroamérica; al sur colinda con Costa Rica; al norte con Honduras; al este con el Mar Caribe y hacia el oeste

² Véase: <www.es.wikipedia.org/wiki/agua_potable_y_saneamiento_en_nicaragua>.

³ Véase: <www.consultaciudadana.gob.ni/cciadadana/subsectores.jsp?accion=buscar&grupo=60>, <www.consultaciudadana.gob.ni/cciadadana/subsectores.jsp?accion=buscar&grupo=20>, <www.maria.webpg.net/libros/archivo/atlas-cap2.pdf>.

⁴ *Ibid.*, 45.

con el Océano Pacífico (Quirós, 2005). Geográficamente ha sido dividida en tres zonas: las tierras bajas del Pacífico, las tierras altas centrales y las tierras bajas del Caribe (Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América [CI-USA], 2001).

FIGURA 1. CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE NICARAGUA.



Fuente: Modificado del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. 2005

Por otra parte, Nicaragua está dividida en dos grandes regiones o vertientes hidrográficas; la vertiente del Pacífico con 12972 km² y la del mar Caribe con 116882 km², estas regiones se subdividen en 21 cuencas hidrográficas (Figura 1), de las cuales 8 pertenecen a la primera región y 13 a la segunda (CEPIS, 2001; Instituto Nicaragüense de

Estudios Territoriales [Ineter], 2001); estas cuencas, en su conjunto, presentan una disponibilidad bruta anual del orden de 27 000 metros cúbicos (m^3) de agua por habitante, pero que, en gran medida debido a la inadecuada gestión del uso del recurso y a la falta de protección de las cuencas hidrográficas, se está reduciendo; sin embargo, si ese valor se compara con el índice de Falkenmark que establece que un país enfrenta una grave crisis si el agua disponible no llega a 1 000 m^3 por persona al año o que si el agua anual disponible por persona es inferior a 500 m^3 la vida humana se ve gravemente comprometida (Bifani, 1997; Fischer & Heilig, 1997; Shiva, 2003), se puede decir, cuando menos teóricamente, que los nicaragüenses se encuentran en condiciones envidiables en términos de disponibilidad de agua, pero, como se verá adelante, la alta disponibilidad hídrica no necesariamente implica altas tasas de acceso al agua potable.

En un año hidrológico considerado como normal en Nicaragua la precipitación pluvial genera un volumen de 278 000 miles de metros cúbicos (mm^3), que equivale a una lámina de agua de 2.14 m; para la vertiente del pacífico, se estima una lámina precipitada de 1.52 m y para la del Caribe de 2.21 m (CEPIS, 2001). La temporada de lluvias se presenta de mayo a octubre y la precipitación pluvial se distribuye espacial y temporalmente de manera desigual; la Región Autónoma Atlántico Norte recibe entre 2 000 y 3 000 milímetros anuales; la Región Autónoma Atlántico Sur, recibe entre 3 000 y 6 000 milímetros por año; en la parte central del país la precipitación pluvial anual promedio es de 1 500 milímetros y Managua presenta un promedio de 1 200 milímetros por año; en la región costera del Pacífico, el promedio anual de precipitación está entre 1 250 y 2 500 milímetros. Nicaragua presenta cuatro tipos de clima, el tropical de pluvioselva, monzónico de selva, tropical de sabana y subtropical de montaña (CEPIS, 2001); las zonas costeras tienen una temperatura promedio de 25.5 grados; en la cordillera, las temperaturas fluctúan entre 15.5 grados y 26.51 grados; el clima de la ciudad de Managua es tropical de sabana, caracterizado por una prolongada estación seca y por temperaturas altas todo el año, que están entre 27 grados y 32 grados.

FIGURA 2. DIVISIÓN POLÍTICA-ADMINISTRATIVA DE NICARAGUA.



Fuente: Modificado del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. 2005

Administrativamente, Nicaragua se divide en 15 Departamentos, 2 Regiones Autónomas y 153 Municipios (Figura 2); en 1990 su población era de 4 millones de habitantes, en el 2000 ésta se había incrementado a 4 millones 700 mil habitantes y para el 2004 contaba con 5 millones 626 mil habitantes (Quirós, 2005), población que, según algunas proyecciones, se incrementará a 6 millones 700 mil habitantes para el año 2015 (CEPIS, 2001). La tasa de crecimiento poblacional está entre 2.3 por ciento y 3.4 por ciento, lo que ha generado un rápido crecimiento urbano, concentrado en Managua, ciudad que alberga al 28.9 por ciento de la población total del país.

El Departamento de Managua se divide en 9 municipios; el municipio de Managua, que es donde se asienta la ciudad de Managua

y capital de Nicaragua, tiene una superficie de 267.17 km² y se encuentra a una altura media de 83 metros sobre el nivel del mar (Tabla 1).

TABLA 1. EXTENSIÓN TERRITORIAL
DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA.

<i>Municipios</i>	<i>Cabecera Municipal</i>	<i>Extensión Territorial km²</i>	<i>Posición Geográfica</i>		<i>Altura msnm</i>
			<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	
San Francisco Libre	San Francisco Libre	668.3	12° 30'	85° 18'	40
Ciudad Sandino	Ciudad Sandino	51.11	12° 10'	86° 21'	90
El Crucero	El Crucero	225.72	11° 59'	86° 18'	860
Tipitapa	Tipitapa	975.3	12° 11'	86° 05'	50.44
Managua	Managua	267.17	12° 09'	86° 16'	82.97
San Rafael Del Sur	San Rafael del Sur	357.3	11° 50'	86° 26'	123.13
Villa El Carmen	Villa El Carmen	562.01	11° 58'	86° 30'	100
Mateare	Mateare	297.4	12° 14'	86° 25'	50
Ticuanatepe	Ticuanatepe	60.79	12° 01'	86° 12'	290
<i>Total</i>		3465.1			

Fuente: Modificado del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, 2005.

La ciudad de Managua se ubica en la cuenca del Lago de Managua (Xolotlán) en la vertiente del Océano Pacífico (Figura 3); en Náhuatl, *Managua* significa “donde hay una extensión de agua”. La ciudad ocupa el centro de un antiguo sistema volcánico y está situada en la orilla sur del lago; de forma alargada se extiende más de 20 kilómetros hacia el sur llegando hacia la sierra de Managua —entre 600 m y 900 m de altitud—. Se localiza entre los meridianos 86° 40' y 86° 16' de longitud oeste y los paralelos 12° 7' y 12° 02' latitud norte; es sede del Gobierno Central de Nicaragua, su casco urbano está dividido en cinco distritos que ocupan una superficie de 249 km² y presenta elevaciones entre los 33 y 360 metros sobre el nivel del mar (msnm).

De acuerdo a estimaciones del municipio de Managua, éste tenía 1 316 981 habitantes distribuidos en cinco distritos en el 2000; sin embargo, estimaciones del Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos indican que en el municipio residían 1 024 842 habitantes al 30 de Junio 2000.

FIGURA 3. DIVISIÓN POLÍTICA-ADMINISTRATIVA DEL DEPARTAMENTO DE MANAGUA.



Fuente: Modificado del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. 2005

La economía nicaragüense depende principalmente del sector agrícola, en éste se emplea el 45 por ciento de la fuerza de trabajo; los productos de exportación son el café, que constituye la mitad del total de productos exportados, y el banano, el azúcar, el tabaco, el ajonjolí, el arroz, el maíz y la carne, que constituyen elementos importantes en la exportación (Anónimo, 2001). La producción agrícola constituye el 26 por ciento del PIB de Nicaragua (CI-USA, 2001) y se considera que el 62.5 por ciento del territorio nicaragüense se destina o es apto para

actividades agrícolas (Quirós, 2005). Por otra parte, la recuperación económica en los últimos años ha dependido de la explotación de las abundantes reservas forestales, lo que está incrementando el deterioro ambiental.

El área rural del municipio de Managua cuenta con suelos fértiles para la agricultura; la mayor concentración de cultivos semiperennes y perennes como el plátano y la piña, se cultivan en mayor escala en las zonas localizadas al sur de la ciudad, pero sin una producción económica representativa para el municipio debido a la falta de un manejo integral sobre el tipo de cultivo y la calidad del suelo.

Al sur del municipio, hacia las sierras de Managua se desarrollan localidades dispersas, las cuales no cuentan con caminos de acceso adecuados, y cuya actividad productiva se basa en el cultivo del café, el cual ocupa aproximadamente el 40 por ciento del suelo agrícola del municipio. Por otro lado, en los límites de la ciudad y sobre la sierra de Managua existe una amplia cubierta forestal la cual ha sido alterada por la introducción de ese cultivo, además del incremento de la deforestación provocado por la construcción de viviendas de baja densidad poblacional y habitadas por gente de altos recursos económicos; estas áreas corresponden la zona de recarga del acuífero principal de la ciudad de Managua.

Las condiciones biofísicas mencionadas les confieren a los nicaragüenses altas disponibilidades hídricas, a pesar de la alta variación espacial y temporal de ésta, sin embargo, como ocurre de manera recurrente en los países centroamericanos, esto no se convierte necesariamente en abasto de agua potable, lo que se debe, entre otras cosas, a las condiciones socioeconómicas imperantes y, con ello, a la escasez de inversión pública en el sector. Así, Nicaragua tiene, en Centroamérica, el índice más bajo en el acceso a servicios de agua potable y alcantarillado (Ministerio de Relaciones Exteriores [MRE]/Ministerio de Fomento, Industria y Comercio [Mific], 2003); por ejemplo, 120 de sus municipios, de un total de 151, identificaban la falta de abastecimiento de agua potable como su principal problema ambiental (Quirós, 2005). Por tal razón es importante conocer cuáles son las condiciones de acceso al agua en Managua, ciudad que como se vio se encuentra en una región que presenta alta disponibilidad hídrica.

DISPONIBILIDAD, DEMANDA DE AGUA Y PROBLEMÁTICA EN EL ABASTO DE AGUA EN MANAGUA

La disponibilidad de agua, superficial y subterránea, en Nicaragua y su capital es muy alta en términos de cantidad. Sin embargo, existen diversos problemas en el abasto de agua en Managua, esta problemática tiene varias aristas, existen sectores en la ciudad que carecen del servicio de agua potable, esto en buena medida se debe a la falta de planeación que ha permitido el crecimiento urbano en donde se carece de infraestructura hidráulica de agua potable y alcantarillado, así como el incremento de las áreas de cultivo de café en las zonas en donde se presentaba la mayor recarga del manto acuífero. El crecimiento urbano desordenado y acelerado de la ciudad de Managua, ha provocado la impermeabilización de los suelos y, con esto, un aumento de los volúmenes de agua escurridos por una disminución de la tasa de infiltración. Se estima que Managua deja de percibir 240 mil m³ al año por la impermeabilización de los suelos, sobre todo en el oriente de la ciudad, por otro lado, el aumento de la población de la ciudad incrementa cada vez más la demanda de agua potable.

Otro punto que destaca es la escasez de inversión pública, que ha provocado, en primer lugar, la falta de mantenimiento de la red de abasto de la ciudad, lo que ha incrementado las fugas de agua y, en segundo lugar, la falta de infraestructura hidráulica en las nuevas áreas urbanas.

Todo la problemática anterior se refleja en la sobreexplotación del manto acuífero de Managua y en la contaminación de los cuerpos de agua superficiales; esto se usa como argumento para decir que el organismo operador encargado del abasto de agua a la ciudad es ineficiente y que se requiere, un incremento en los precios y la privatización del servicio. En los párrafos siguientes se detalla lo enunciado antes.

Nicaragua es un país con alta disponibilidad de recursos hídricos, no obstante existen áreas en donde la irregular distribución espacial y temporal provoca la pobre presencia del recurso, lo que se ve acrecentado por la acelerada deforestación, por la ausencia de regulación gubernamental con relación a la propiedad y protección de los recursos naturales, por la ausencia de control de contaminantes y, sobre todo, por la falta de inversión pública en el sector.

Desafortunadamente todos estos factores se toman como argumento para justificar que un gran número de localidades en Nicaragua no cuenten con agua potable; sólo el 54 por ciento de la población nicaragüense cuenta con el servicio, entre 79 por ciento y 83 por ciento de la población urbana, 20 por ciento y 29 por ciento de la población rural cuentan con agua potable, lo que contrasta con la región de Managua en donde el 90 por ciento de las viviendas cuentan, cuando menos, con conexión a la red de agua entubada (Anónimo, 2001).

Hasta 1976, el agua potable para Managua era extraída, casi en su totalidad, de la laguna de Asososca; en 1980 se extrajeron 26 mm³, los cuales se destinaban a uso industrial y doméstico; en 1992 las fuentes de abastecimiento de agua eran la laguna de Asososca y 65 pozos —de 90 instalados—; en 1998 se extrajeron 5 mm³ de la laguna, 92 mm³ de los pozos profundos del área de Managua y 26 mm³ de pozos del campo Japón-Ticuantepe, este último es resultado de un proyecto de la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA, por sus siglas en inglés) y el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado (INAA).

La Laguna de Asososca, es un cuerpo natural a cielo abierto, fue la principal fuente de agua para la ciudad de Managua hasta principios de la década de los ochenta del siglo XX; el incremento de la población en la ciudad ocasionó, a partir de esos mismos años, su sobreexplotación. En 1993 se concluyó el Proyecto de Abastecimiento de Agua para la ciudad de Managua, el cual fue ejecutado por JICA y el INAA.

Actualmente las fuentes de abastecimiento de agua potable en operación son subterráneas, se tienen en operación 120 pozos profundos localizados en el acuífero de Managua, y de los cuales se extraen en promedio 394 mil m³ por día, aunque también se extrae agua de la Laguna de Asososca, la cual se usa como un reservorio de emergencia.

Situado al sur del Lago de Managua (Xolotlán), el acuífero de Managua, tiene una superficie aproximada de 600 km² y abastece al total de la población que se asienta en la ciudad de Managua (Cruz, 1997); su principal unidad hidrogeológica se conoce como grupo Las Sierras y la profundidad del acuífero oscila entre 6 y 150 metros; los niveles estáticos del agua en los pozos del Departamento de Managua, al sur del Lago de Managua, están entre 40 y 154 metros (CI-USA, 2001).

La capacidad específica de los pozos de Managua hacia el sur del Lago de Managua oscila entre 25 y 4 000 litros por minuto por metro, con un promedio de 1 130 litros por minuto por metro.

El acuífero de Managua presenta un caso típico de sobreexplotación, lo cual en buena medida ha sido provocado por la concentración de la población en la ciudad de Managua y por el aumento en la demanda de extracción del líquido para uso industrial y doméstico (Anónimo, 1999); ésta se ve magnificada por la expansión del área urbana, la cual cada vez invade y deteriora más las áreas verdes, que son las principales zonas de recarga del acuífero. Así, Managua ejemplifica un problema que es común cada vez más a las ciudades del Pacífico centroamericano (Anónimo, 1999). Es importante mencionar que la sobreexplotación del acuífero no sólo se ve magnificada por el incremento en la extracción del líquido, además en esto intervienen los problemas de falta de mantenimiento en las redes de distribución, lo que provoca fugas de agua en la misma, las cuales son del orden de 45 por ciento (Anónimo, 1999).

Se han encontrado indicios de sobreexplotación y amenaza de contaminación en el sector central del acuífero de Managua, por lo que se ha recomendado reducir las tasas de extracción y desarrollar aprovechamientos fuera del sector indicado (Cruz, 1997). En los pozos de la zona baja existe deterioro de la calidad del agua y actualmente se presenta una reducción de entre 75 por ciento y 80 por ciento de su capacidad de diseño en el gasto de extracción de los principales campos de pozos, lo anterior se presenta sobre todo en Las Mercedes, Managua I y II. El 10 por ciento de los pozos existentes y que están dispersos en toda Managua, están funcionando con caudales de extracción bajos, lo que requiere la sustitución del pozo o el reemplazo del equipo de bombeo.⁵ La falta de inversión pública ha provocado que no se realice mantenimiento en los pozos y equipos de bombeo, lo que, sumado a la falta de equipos de protección a los cambios y fluctuaciones de energía eléctrica,

⁵ En enero de 2006 “Los barrios de la zona oriental sur de Managua se sumaron a la lista de sectores afectados por una aguda crisis de abastecimiento de agua potable. Se dice que esto se debe a que la capacidad de este recurso hídrico ha mermado aún con la fuerte temporada de invierno (temporada de lluvias) del año pasado, y especialmente por el aumento en el nivel de consumo”. Véase: <www.laprensa.com.ni/archivo/2006/enero/06/nacionales/nacionales-20060106-01.html>.

ha provocado que se quemem los motores de los equipos de bombeo en los pozos de agua potable.

El agua extraída de los pozos y de la laguna sólo recibe desinfección preventiva a través de 4 estaciones mayores de cloración y 96 cloradores individuales en pozos. Un total de 119 estaciones de bombeo impulsan el agua desde el acuífero hasta la red de distribución, para ello se utilizan los equipos de bombeo instalados en cada pozo y se cuenta con 88 equipos de bombeo horizontal, entre principales y de relevo, ubicados en 22 estaciones. La ciudad de Managua posee un sistema de almacenamiento y distribución de agua en mejores condiciones que los sistemas simples existentes en las áreas rurales; sin embargo, presenta un alto porcentaje de fugas en la red de distribución.

El acueducto de Managua es el más importante del país y brinda servicio a una población de más de un millón de habitantes; consta de tres zonas de presión denominadas baja, alta y alta superior, ubicadas paralelas a la rívera del Lago de Managua y delimitadas por las cotas 85.0, 135.0 y 195.0 msnm; al sur de la ciudad, el sistema de distribución se dividió en 5 áreas principales de suministro ubicadas a lo largo de las carreteras y caminos principales. En un estudio realizado por consultores japoneses en marzo del 2005 se propuso dividir a la red de agua potable de Managua en 18 macrosectores de abastecimiento; se estimó que la demanda de agua potable de la ciudad de Managua para el año 2010 será de 413 884 m³ por día (4 790.3 litros por segundo) y para el año 2015 será de 397 741 m³ por día (4 603.5 litros por segundo); la demanda disminuye ya que, según el estudio, se reducirá el agua no contabilizada y las fugas en la red de distribución se reducirán entre 45 por ciento y 25 por ciento en el 2015; por otro lado, hay que tener en cuenta que en el 2005 se extrajeron, en la ciudad de Managua, 146.3 mm³ (4639.14 litros por segundo).

La falta de inversión ha provocado la disminución en el mantenimiento de los sistemas de distribución y con ello, entre otras cosas, el incremento en las fugas en la red de distribución, las cuales actualmente representan el 50 por ciento del agua distribuida en el sistema; las pérdidas son altas en la zona baja, medianas en la zona alta, bajas en la zona alta superior y muy altas en los asentamientos con altos niveles de pobreza, aunque en algunas de estas zonas el agua está disponible de forma

continua y con buenas presiones de operación. Los sectores San Judas, el Reparto Shick y Camino a Sabana Grande en la zona alta superior presentan servicio intermitente; en las zonas de nuevo crecimiento no existe infraestructura hidráulica para la dotación del servicio.

El agua excedente se almacenan en 64 reservorios con capacidades unitarias que varían entre 57 y 9 500 m³, para un total de 113 000 m³, que permiten disponer de un volumen equivalente al 29 por ciento de la producción media diaria. Del total de reservorios, existe una cantidad considerable de tanques de poco volumen que se encuentran ubicados en puntos que no garantizan un funcionamiento adecuado en el acueducto, debido a la expansión de las nuevas zonas urbanizadas en Managua. El sistema de almacenamiento existente no posibilita un sistema de operación por gravedad, de tal forma que se debe reestructurar el sistema en macro sectores para poder planificar un sistema de operación por gravedad y minimizar los gastos de energía, lo que requiere la construcción de nuevos tanques.

El 45 por ciento de la red de tuberías en el sistema son de asbesto y cemento y datan de hace 30 años; la carencia de un sistema de distribución zonificado, imposibilita la identificación del agua distribuida, consumida y de las fugas; no existe división, control y seguimiento de macrosectores y microsectores, hay falta de cobertura en áreas de nuevo crecimiento, especialmente en zonas altas, tales como Esquipulas, Jaguitas, Carretera a Masaya, Carretera sur, Carretera vieja a León, Ticuantepe y Nindirí.

Además se tiene baja capacidad de medición del consumo de los usuarios, sólo el 50 por ciento del número total de conexiones de servicio cuentan con medidor en buen estado. En diciembre de 2005 habían en Managua 172 155 conexiones, de las cuales más de 20 mil se consideran ilegales, a éstas se les atribuye un consumo de 40 por ciento del agua de la red de distribución, lo que ha provocado que ese mismo año sólo se haya cobrado el 46.29 por ciento del volumen suministrado.

Otro aspecto que destaca es la falta de infraestructura de saneamiento del agua residual generada por la ciudad y con ello la contaminación de los cuerpos de agua receptores. De manera que es importante tener presente que los altos niveles de contaminación del agua están reduciendo su disponibilidad para consumo humano en Nicaragua y, en general,

en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe. En la mayor parte del área de Managua se tienen aguas con concentraciones mayores a 400 miligramos por litro (mg/l) de sólidos disueltos, y los valores más altos se presentan al norte de la Laguna de Asososca, con 900 mg/l; lo cual cada vez es una limitante para el uso doméstico del agua y genera la demanda de tecnología de tratamiento, la cual en la mayoría de los casos es muy costosa y no se encuentra en el país.

Actualmente la ciudad de Managua genera 120 000 m³ (1 389 litros por segundo) de agua residual, los cuales se captan a través de 17 colectores de concreto que atraviesan la ciudad de sur a norte; esta agua residual es una combinación de las descargas domésticas y de los distintos giros industriales existentes en la ciudad que se descargan al Lago de Managua sin tratamiento previo y contienen altas tasas de materia orgánica. En un estudio realizado por la firma Roche/Search en 1996, se muestra que dicha agua contenía 306 mg/l de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y 614 mg/l de Demanda Química de Oxígeno (DQO), presenta valores considerables de coliformes (2.06×10^7 NMP/100 ml) y metales pesados; las normas nicaragüenses establecen valores máximos permisibles que deben cumplir las aguas residuales provenientes de sistemas de alcantarillado sanitario y vertidas a cuerpos de agua, para el caso de DBO y de DQO los valores son de 90 mg/l a 110 mg/l y de 180 mg/l a 220 mg/l respectivamente. Debido a lo anterior el Lago de Managua presenta altas tasas de contaminación bacteriológica y agotamiento del oxígeno disuelto y es receptor de cantidades indiscriminadas de residuos tóxicos industriales vertidos por plantas industriales asentadas en sus riberas (IRENA, 1980). Es importante tener presente que a pesar de ser mínimo, grupos pequeños de productores usan en las orillas del lago el agua residual para el riego de hortalizas.

Sin embargo, como parte del Programa de Saneamiento del Lago de Managua se diseñó el sistema de tratamiento de las aguas residuales de la ciudad y se estima que las obras concluyan en el año 2008. El sistema de tratamiento consiste, en su primera fase, de lagunas facultativas; la segunda etapa se constituye de filtros percoladores por goteo y la última fase será la cloración. La planta tendrá una capacidad de tratamiento de 180 000 m³/día, pero no se tiene previsto reutilizar el agua tratada en forma directa y será descargada al Lago de Managua, lo que permitirá

mejorar la calidad del agua del mismo. Aunque existe la posibilidad de que los productores de la ribera del lago la puedan utilizar para el riego de diferentes cultivos y que puede ser usada para el riego de áreas verdes del municipio.

A pesar de la problemática descrita anteriormente, en Managua existen fuentes alternas de suministro de agua potable; el Lago de Nicaragua y el Lago de Managua pueden considerarse las fuentes confiables —en términos de cantidad y no así de calidad— de agua durante todo el año; estudios de 1993 indicaban que en el mediano plazo los volúmenes de agua del acuífero de Managua no serían suficientes para cubrir la demanda total de la ciudad y que el agua no sería suficiente para cubrir la demanda en el año 2000; se señalaba que la solución podría encontrarse en las amplias reservas de agua superficial que posee Nicaragua, las cuales, ya desde entonces, presentaban niveles considerables de contaminación.

Así, el Lago de Managua y la Laguna de Masaya, por su cercanía con la ciudad, podrían constituirse en fuentes alternas de suministro de agua si son tratados previamente (Anónimo, 1999); sin embargo, es necesario tener presente que el primero cuenta con afluentes naturales intermitentes y que los volúmenes de agua en estos dos reservorios naturales están determinados por la precipitación pluvial, por los niveles de evaporación y por las condiciones de recarga del acuífero (Anónimo, 1999).

El Lago de Nicaragua que es visto como una posible reserva de suministro de agua para Managua, tiene un área superficial de aproximadamente 8 157 km², con una profundidad promedio de 13.2 m, y una máxima de 60 m, su elevación normal es de aproximadamente 32 msnm, su elevación máxima es de 33.13 msnm y su elevación mínima es de 30.73 metros. El lago recibe agua de los ríos Acoyapa, Malacatoya, Mayales, Ochomogo, Oyate, Tipitapa y Tule (CI-USA, 2001). Grandes volúmenes de agua salobre a salina están disponibles en el valle del río Tipitapa, que une al lago de Managua con el Lago de Nicaragua.

El promedio estimado del volumen del Lago de Managua es de 108 mil mm³, que comparado con el extraído del acuífero de Managua en 2005 (146.3 mm³), suponiendo que el agua en el lago no se renovara, alcanzaría, de mantenerse constante la demanda y reduciendo el nivel de fugas en la red, para cubrir la demanda de agua de Managua durante

738 años. Estas son cuentas alegres, ya que es necesario considerar los volúmenes evaporados y los niveles de contaminación en el lago, estos últimos son demandantes de tecnologías para la purificación del agua y, por lo tanto, demandantes de recursos económicos, pero actualmente las aguas del lago no presentan limitaciones para el consumo humano o para ser usadas en irrigación (CI-USA, 2001).

MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL PARA EL ABASTO DE AGUA EN MANAGUA

Los países centroamericanos han emprendido desde los años noventas del siglo XX programas de reforma y modernización del sector de agua potable, se sostiene que el propósito fundamental es aumentar las coberturas y mejorar la calidad del servicio; se dice que los esfuerzos de las reformas están dirigidos en primera instancia a aquellos que en la actualidad no cuentan con los servicios, o que teniendo acceso, los reciben bajo condiciones desfavorables de frecuencia, confiabilidad y precio (ESA-Consultores, 2005); en el año 2000 el sector agua de potable y saneamiento de Nicaragua estaba en un proceso de reforma (CEPIS, 2001).

Los gobiernos locales nicaragüenses en 1955 eran responsables del abastecimiento de agua potable; en esos años se creó el Departamento Nacional de Servicios Municipales (Sermunic), que fue el responsable de planear, diseñar y construir sistemas de agua potable para las zonas urbanas; éste se incorporó al Ministerio de Salud Pública en 1967, aunque en 1960 se creó la Empresa Aguadora de Managua; además, todavía en 1979, el servicio de agua potable y saneamiento era manejado y suministrado por el sector privado (CEPIS, 2001), pero con el triunfo de la Revolución Popular Sandinista la dotación de este servicio pasó a ser nuevamente responsabilidad del Estado.

Por otro lado, con el triunfo de la revolución se crea en 1979 el, hasta hoy en funcionamiento, Instituto Nacional de Agua y Alcantarillado (INAA), lo que permitió fusionar en un sólo organismo a todas las instituciones encargadas del ramo y permitió unificar todos los servicios. Este instituto tenía como funciones normar, regular y prestar el servicio

de agua potable y saneamiento a nivel nacional, por lo que en el periodo de 1979 a 1990 desaparecieron todas las empresas que estaban en manos del sector privado y pasaron a manos del Estado nicaragüense (CEPIS, 2001), lo que se considera como una de las principales acciones del régimen sandinista.

En el periodo de 1992 a 1996 se inició un proceso de desconcentración del INAA (CEPIS, 2001; CI-USA, 2001; ESA-Consultores, 2005) y en 1998 se establece un marco legal para los servicios de agua potable y saneamiento; en ese mismo año se crea la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (Enacal) y la Comisión Nacional de Agua Potable y Saneamiento (Conapas), por lo que el INAA comenzó a funcionar como un organismo regulador.

La Enacal desempeña todas las funciones operativas y comerciales, es una empresa estatal que tiene como objetivo fundamental suministrar agua potable, lo que incluye la captación, producción, tratamiento, conducción, almacenamiento, distribución y comercialización del agua potable; por otro lado, también se encarga de todos los procesos que engloba el alcantarillado sanitario (CEPIS, 2001).

El INAA es la agencia gubernamental que adjudica y otorga concesiones de servicios públicos en el sector y la Conapas tiene como función principal formular los objetivos y estrategias del sector de agua potable y alcantarillado sanitario con el fin de promover el acceso de estos servicios a toda la población.

Existen otras instituciones nicaragüenses que están involucradas en el sector agua y saneamiento; el Ministerio de Ambiente y de Recursos Naturales (Marena) se encarga de establecer normas para la conservación, protección, mejoramiento y restauración de los cuerpos de agua y el Ministerio de Salud (Minsa), se encarga de la calidad del agua y de regular las actividades que afectan a la salud. La Administración de Aguas (Adaguas) rige, a nivel nacional, los recursos hídricos nicaragüenses, y está adscrita al Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (Mific). Ésta formula las políticas de desarrollo del sector agua en el ámbito nacional y el otorgamiento de concesiones para su explotación en fines diferentes al de agua potable (CEPIS, 2001). Así, quien regula el recurso hídrico en Nicaragua es el Mific, a través de la llamada Administración de Aguas (CI-USA, 2001; ESA-Consultores, 2005).

La Comisión Nacional de Recursos Hídricos, creada mediante el Decreto 49-94 y coordinada por el Mifc según lo dispuesto en el Artículo 49 de la Ley 290, tiene como funciones principales sistematizar la elaboración de la política nacional sobre recursos hídricos, así como ser la instancia de consulta previa para la elaboración de leyes relacionadas con los recursos hídricos (Jouravlev, 2001). La conforman el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (Ineter), el Ministerio de Salud (Minsa), el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (Marena), el Instituto Nicaragüense de Energía (INE), el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) (MRE-IFIC, 2003).

Los organismos antes mencionados tienen su fundamento legal en diferentes leyes y reglamentos; entre ellos la Ley núm. 297 del 19 de junio de 1998 (Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario), la cual fue publicada el 02 de julio de 1998 en la Gaceta Oficial núm. 123. El objeto de esta ley es, según el artículo 2, regular:

- 1) La exploración, producción y distribución de agua potable, y la recolección y disposición de las aguas servidas;
- 2) El otorgamiento, fiscalización, caducidad y cancelación de concesiones para establecer y explotar racionalmente estos servicios de agua potable y alcantarillado sanitario;
- 3) La fiscalización del cumplimiento de las normas referidas a la prestación de los servicios y actividades productivas conexas y la aplicación de sanciones en caso de incumplimiento;
- 4) Las relaciones entre las concesionarias y los prestadores de servicios y de éstos con el Estado y los usuarios;
- 5) Los conceptos generales e información de la consideración, aprobación, fijación y fiscalización de las tarifas;
- 6) Dictar y supervisar el cumplimiento de las normas técnicas propias de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado.

Por otro lado, mediante el Decreto núm. 52-98 del 14 de julio de 1998 y publicado el 24 de julio de 1998 en la Gaceta Oficial, se pone en vigor el Reglamento de la Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado; en éste se establece que estarán sujetas al régimen de concesiones todas las personas jurídicas, interesadas en prestar los servi-

cios definidos en el artículo 6 la Ley 297, las que podrán ser de derecho público o privado, nacionales o extranjeras. En párrafos anteriores se menciona, y es este reglamento quien lo establece, que el INAA es la entidad nicaragüense con facultades para otorgar acuerdos de concesión para establecer, construir y explotar los servicios públicos destinados a la producción y distribución de agua potable y recolección y disposición de aguas servidas. El INAA debe verificar, antes de otorgar una concesión, que el interesado ha cumplido y ha obtenido los permisos y aprobaciones requeridos en materia ambiental y de otra índole, de acuerdo a la legislación de la materia correspondiente.

El gobierno nicaragüense entiende por concesión el derecho otorgado por el Estado a través de la Asamblea Nacional a propuesta del organismo regulador a un agente económico privado denominado concesionario para prestar los servicios, en este caso, de producción y distribución de agua potable. La Ley 440 (Ley de Suspensión de Concesiones de Agua) establece que no se podrán otorgar concesiones a particulares sobre instalaciones, usos o servicios de Enacal o de uso hasta que se haga la Ley General de Aguas (Quirós, 2005).

La Enacal fue creada mediante la Ley núm. 276 del 13 de noviembre de 1997 y publicada en la Gaceta Oficial núm. 12 del 20 de enero de 1998; sus objetivos comprenden proporcionar el servicio de agua potable; recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales, y se establece que Enacal tiene facultades para:

- 1) Captar, tratar, conducir, almacenar, distribuir y comercializar agua potable y recolectar, tratar y disponer finalmente de las aguas residuales;
- 2) Obtener, comprar y vender agua cruda y potable, así como comercializar los servicios de recolección, tratamiento y disposición final de las aguas residuales;
- 3) Tomar todas las medidas necesarias para que las descargas de los sistemas de alcantarillados sanitarios cumplan las normas de vertido establecidas por la ley;
- 4) Investigar, explorar, desarrollar y explotar los recursos hídricos necesarios, así como construir las obras que se requieran para brindar los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario y resolver los problemas de abastecimiento y saneamiento de las aguas en las comunidades rurales del país, de conformidad a las demás leyes existentes;

- 5) Elaborar las políticas y planes de expansión de la empresa a corto, mediano y largo plazo;
- 6) Operar los sistemas públicos de agua potable y/o alcantarillado sanitario no concesionados a otras empresas por el organismo regulador;
- 7) Cualquier otra actividad necesaria para su desarrollo (Quirós, 2005; MRE-Mific, 2003).

La Enacal se ha fijado como metas: el aumento de coberturas de servicios, especialmente en el ámbito rural; la reducción de los índices de agua no contabilizada, el mejoramiento de los índices de cobranza, el control del consumo de energía eléctrica y la transformación institucional. Se dice que entre las adversidades que enfrenta este organismo en su proceso de reforma están los grupos de interés que son adversos a la participación privada en la prestación del servicio; se indica que este organismo presenta debilidades y se menciona que para revertirlas se cuenta con un préstamo (1049/SF-NI) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para el reforzamiento institucional mediante la contratación de una firma operadora para el Enacal. Así, se sostiene que dicho contrato permitirá a esta agencia gubernamental alcanzar índices más altos de eficiencia (ESA Consultores, 2005).

Sin embargo, desde enero de 1998 la Enacal inició la aplicación de una reforma tarifaria que consistió en la aplicación de alzas graduales en las tarifas mensuales, así como la reducción de su estructura tarifaria y minimización de subsidios cruzados entre regiones y usuarios. Como resultado las alzas anuales a la tarifa promedio a nivel nacional han sido del orden del 28, 27 y 12 por ciento para 1998, 1999 y 2000, respectivamente (CEPIS, 2001). En el año 1998 el costo promedio de producción y distribución de agua potable fue de 0.39 dólares, mientras la tarifa promedio de agua potable era de 0.36 dólares; y la tarifa promedio de alcantarillado fue de 0.12 dólares. En sus principios la Enacal fijó en 0.28 dólares el precio del metro cúbico de agua para uso doméstico, precio que ha aumentado de manera sistemática. En el 2003, el precio⁶

⁶ El asunto del precio del agua ha provocado diversas manifestaciones en Nicaragua. Así el Centro Nicaragüense de Derechos Humanos menciona que “El pretendido aumento tarifario propuesto por Enacal denota la irresponsabilidad del Estado de cumplir con su obligación de garantizar a los ciudadanos nicaragüenses el agua potable, como un medio indispensable para su subsistencia. En este sentido, es cuestionable que dentro de las políticas públicas adoptadas por

promedio anual era de 0.38 dólares, presentando un aumento de más de 32 por ciento con relación al año 98 (Quirós, 2005). Para agosto de 2005⁷ las tarifas vigentes de consumo de agua potable y alcantarillado sanitario en Managua para los grupos subsidiados estaban entre 0.23 dólares y 0.27 dólares; para los usuarios catalogados como domiciliarios las tarifas estaban entre 0.52 dólares y 1.07 dólares, éstas dependían del volumen de agua usado.

Las alzas en el precio y los intentos del gobierno nicaragüense de privatizar el servicio de agua entubada, han provocado diversas manifestaciones de la sociedad civil en contra.

¿LA PRIVATIZACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE EN MANAGUA?

En los párrafos anteriores puede verse que el sector de agua potable y alcantarillado sanitario en Nicaragua ha tenido varias reformas estructurales; en los años 50 del siglo XX se tenía una administración descentralizada, pasó a ser una administración mixta (combinada) en los años 70, y regresó a una centralizada en los 80 hasta llegar, a finales de los años 90, a una administración combinada; sin embargo los objetivos de modernización y de aumento en la cobertura no se han cumplido, lo que se atribuye a múltiples factores, a los que se apela con la finalidad de incidir en la privatización del servicio de agua potable y alcantarillado en Nicaragua y, por lo tanto, en la ciudad de Managua, lo cual está ocurriendo en numerosas ciudades de América Latina. Los argumentos que

el Estado se encuentre el subsidiar con millonarias partidas presupuestarias a la transnacional empresa de distribución de energía Unión Fenosa, bajo el supuesto de evitar el incremento de la energía, pero a su vez tomando una actitud pasiva e irresponsable a través de Resolución CDR-027-05 autoriza un incremento del agua potable del 13 por ciento”. Véase: <www.cenidh.org/pronunciamientodetalle.php?idpronunciamiento=52>.

En un comunicado del 2 de febrero de 2006 el Centro Nicaragüense de Derechos Humanos menciona que: “La Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (Enacal) no puede incrementar unilateralmente la tarifa del servicio de distribución de agua potable y alcantarillado sanitario mientras la Sala de lo Contencioso Administrativo de la Corte Suprema de Justicia no determine la legalidad de dicha alza”. Véase: <www.cenidh.org/noticiadetalle.php?idboletin=141>.

⁷ Véase: <www.sieca.org.gt/publico/ca_en_cifras/precios_tarifas/version_2005/t_agua_nc.pdf>.

se vierten en Nicaragua, así como en la mayoría de los países en los que se quiere impulsar la privatización del servicio, tienen que ver con diversos problemas asociados al abasto de agua.⁸

La Constitución Política de Nicaragua establece en su artículo 102 que el agua es patrimonio nacional y su conservación, desarrollo y explotación es responsabilidad del Estado; en el artículo 105 de la misma se establece el papel del Estado en la promoción, facilitación y regulación de los servicios de agua potable y saneamiento (Quirós, 2005). Aunque en el mismo artículo se indica que el Estado nicaragüense podrá celebrar contratos de explotación racional de estos recursos, cuando el interés nacional lo requiera (CEPIS, 2001).

Más aún en Nicaragua la política nacional en materia de recursos hídricos establece que el agua es un recurso natural finito y vulnerable, que tiene un valor económico, social y ambiental; que es, asimismo, un patrimonio nacional de dominio público, indispensable para satisfacer las necesidades básicas de la población respetando los principios de equidad social y de género; la cuenca es la unidad de gestión territorial para la administración del manejo integrado de los recursos hídricos, y que el desarrollo y gestión del agua se basa en un enfoque participativo, involucrando a los usuarios, planificadores y responsables de tomar una decisión a todos los niveles, a través de procesos que ubiquen las decisiones tan cerca como sea posible de los directamente afectados por las mismas. Además se enfatiza que el agua, en cualquiera de sus estados, es de dominio público.⁹

En 1994, el Gobierno de Nicaragua efectuó un Diagnóstico del Sector de Agua y Saneamiento, un Estudio de Organización y Administración a Nivel Central del Sector, borradores de leyes de crea-

⁸ El Banco Interamericano de Desarrollo sostiene que: “Con el fin de atender las necesidades del sector, en 1998 el BID apoyó al gobierno de Nicaragua en su iniciativa por lanzar una modernización del marco legal e institucional de los servicios de agua potable y alcantarillado en el país, a través del Programa de Modernización de las Empresas Públicas (PMEP, préstamo 933/SF-NI). Tales reformas han permitido que el país tenga actualmente el marco sectorial más avanzado de Centroamérica [...] De manera que la suscripción del contrato de Enacal con el consorcio chileno Inecom Invertec, es uno de los resultados de las reformas sectoriales de 1998, que buscan tomar las acciones más urgentes para fortalecer a Enacal y conseguir mejoras a corto plazo en los servicios” véase: <www.iadb.org/regions/re2/water/right_box_ni.cfm>.

⁹ Véase *La Gaceta Diario Oficial*, núm. 233 del viernes 7 de diciembre del 2001.

ción y reforma de los organismos, el Estudio del Anteproyecto de Ley General de Prestación de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (ESA-Consultores, 2005). Los logros de estas reformas fueron la adopción de una visión empresarial en las operaciones, la rehabilitación y expansión de los servicios de agua, autosuficiencia de los servicios de agua dentro del ámbito de las operaciones territoriales, y la obtención de recursos de inversión de fuentes externas (ESA-Consultores, 2005).

Se sostiene, por diversos grupos civiles, que los años de centralismo, injerencia excesiva del estado y la falta de inversiones provocaron el deterioro de la infraestructura y, con esto, la disminución en la calidad de los servicios. Con esto se dice que las perspectivas del sector agua potable y alcantarillado son, entre otras, la desconcentración de los sistemas administrados por Enacal y ampliación de la participación del sector privado después del año 2001 (CEPIS, 2001). Actualmente los técnicos de la Enacal sostienen que existen grandes debilidades dentro del marco institucional y organizativo que afectan severamente el suministro racional y económico de agua en Managua, que falta sostenibilidad empresarial y financiera, que no existe coordinación en la reducción de fugas, conexiones ilegales y pérdidas relacionadas con los medidores, y que se requiere que el registro de clientes sea revisado y actualizados. Por otro lado, no hay efectiva regulación en el uso del agua subterránea por el sector privado dentro de su área de abastecimiento y no hay protección para la contaminación ocasionada por las estaciones de servicios de combustibles y de químicos industriales además de la falta que hacen regulaciones para los desarrollos urbanísticos.

En el marco de un préstamo del Banco Interamericano de Desarrollo, Enacal inició un proceso de licitación¹⁰ para ofrecer la distribución del servicio de agua, lo que para no pocos nicaragüenses es un primer paso

¹⁰ “La licitación del contrato de servicios se adjudicó el 31 de octubre de 1998 al consorcio chileno Inecom Invertec, y éste es el resultado de una serie de reformas que han adoptado las autoridades nicaragüenses para modernizar al sector, que cuentan con el apoyo del Banco. En 1999, se estructuró el Programa de Modernización de la Gestión de Servicios de Agua y Alcantarillado, con un costo de 21 millones de dólares. El Banco aprobó el financiamiento de 13,9 millones de dólares del monto total, dirigido específicamente al operador Enacal, con el fin de contribuir a la consolidación del proceso de reforma de agua potable y saneamiento”. El contrato de servicios de Enacal con el consorcio chileno puede verse en: <www.iadb.org/regions/re2/water/right_box_ni.cfm>

a la privatización del servicio. El proceso de licitación fue realizado con muy poca divulgación y, sobre todo, poca discusión pública. Ante la vigilancia de organizaciones sociales, la Enacal tuvo que negar que en el proceso de licitación estuviera la distribución del agua; así, los representantes del BID¹¹ y del Banco Mundial (BM) en Nicaragua han declarado que no están impulsando la privatización del agua en ese país, ambas instituciones y el Fondo Monetario Internacional (FMI) sostienen que la decisión de privatización o no del servicio es totalmente del gobierno nicaragüense (Quirós, 2005).¹² En el año 2003 el Ministerio de Relaciones Exteriores de Nicaragua mencionaba que Enacal era la única empresa con capital estatal que suministraba los servicios de agua potable y que en ese año no existía inversión privada en el sector (MRE-Mific, 2003). Las organizaciones ciudadanas nicaragüenses sostienen, en oposición al gobierno y a los organismos internacionales de empréstito, que el acceso al agua es un derecho humano fundamental y que su privatización lo contraviene; estas manifestaciones surgen como reacción a la propuesta de Ley que el Ejecutivo nicaragüense envió a la Asamblea Nacional, la cual da pie a la citada privatización.

COMENTARIOS FINALES

La ciudad de Managua, refleja las condiciones de pobreza y marginación en las que se encuentra Nicaragua; en esta ciudad se concentra

¹¹ “En 1997 se iniciaron las negociaciones para la obtención de un préstamo por un monto de 13 millones 900 mil dólares para un periodo de 5 años, el que efectivamente dio inicio en el 2000. El objetivo principal era consolidar ‘la reforma’ (entiéndase privatización) del servicio de suministro de agua y alcantarillado, por medio de la modernización (fragmentación) a corto plazo de Enacal. Esto incluía implementar una estrategia de mayor participación del sector privado en el suministro de los servicios y ayudar a resolver los problemas en las áreas marginales de Managua”, véase: <www.laredvida.org/pdf/privatizationnicaragua.pdf>, <www.citizen.org/cmep/water/cmep_water/reports/nicaragua/articles.cfm?id=8191>.

¹² En su página web la Enacal menciona que el servicio de agua potable no será privatizado. Lo mismo indican técnicos de Enacal, que pidieron permanecer en el anonimato. Ellos indican que la movilización de la sociedad civil nicaragüense ha provocado que los diputados de la Asamblea Nacional estén de acuerdo en no privatizar el servicio de agua potable; además indican que el asunto de la no privatización ha sido retomado por los dos partidos políticos más fuertes de Nicaragua (Partido Liberal y Frente Sandinista de Liberación Nacional).

un cuarto de la población total del país, lo que dificulta el acceso a los servicios básicos, como el agua potable. La concentración de la población en Managua se explica por las altas tasas de migración del campo a la ciudad que provocó la dictadura y la guerra de los años 80 del siglo XX, además de los flujos migratorios actuales debido a los altos índices de pobreza y marginación en las zonas rurales. El acceso al agua en Managua y en general en Nicaragua, está limitado por la baja inversión pública en el sector, que en 2005 fue tres veces menor a la inversión destinada al presupuesto de defensa.

Por otro lado, la falta de mantenimiento de la infraestructura hidráulica y, por esto, la gran cantidad de fugas de agua en la red de distribución está provocando la sobreexplotación del acuífero de Managua. Sin embargo, al contrario de lo que pasa en otras grandes urbes de América Latina, en Nicaragua existen fuentes alternas de agua muy próximas a la ciudad de Managua que presentan alto potencial hídrico; sin embargo, si se redujeran de manera considerable las fugas, se trataría el agua residual y esta agua ya tratada se reutilizara, los problemas de abasto de agua y de sobreexplotación del acuífero se verían reducidos.

La problemática asociada con acceso al agua ha sido usada como argumento por los organismos internacionales de empréstito (BID, FMI, BM) para presionar a los gobiernos locales y conducirlos con esto a la privatización del servicio de agua potable. Nicaragua no es la excepción, aunque actualmente los altos directivos de Enacal sostienen que el servicio no será privatizado y el poder legislativo nicaragüense asegura que la privatización no sucederá, esto como respuesta a la presión ejercida por diversas organizaciones de la sociedad civil.

Los gobiernos de centroderecha posteriores al régimen sandinista realizaron acciones encaminadas a incrementar la participación del sector privado, en 1998 se realizó una reforma al sector mediante la cual se separaron las funciones normativas, las de formulación de políticas y la de prestación de servicios; sin embargo, en el 2003 la Asamblea Nacional aprobó una moratoria que prohibía la privatización del servicio de agua en tanto no se aprobara una ley nacional de agua.

Finalmente en las elecciones presidenciales de noviembre de 2006 la mayoría de los nicaragüenses decidieron retirarle su apoyo a los

gobiernos de centroderecha, en buena medida por que no fueron sujetos de mejoras sociales y no encontraron, como lo reflejan los índices de desarrollo humano, en estos gobiernos mejoras en sus condiciones de vida; así, en las urnas manifestaron su decisión de darle otra oportunidad al FSLN, encabezado por Daniel Ortega, que ahora se presenta con tendencias de centroizquierda, éste tomó posesión del gobierno el 10 de enero de 2007 y no ha definido, hasta el momento de concluir este ensayo, aún la política con que se maneja el sector agua potable. Sin embargo, el nuevo régimen sandinista se opone a la participación de la iniciativa privada en la prestación del servicio y considera como una de las opciones el establecer una Autoridad Nacional de Aguas. Por otro lado, se nombró a Ruth Selma Herrera para ocupar la Presidencia Ejecutiva de Enacal, que hasta antes de su nombramiento era la coordinadora de la Red Nicaragüense de Defensa de los Consumidores¹³ (RNDC). Ella ha manifestado que la política del nuevo régimen sandinista se fundamenta en la no privatización del servicio de agua.

BIBLIOGRAFÍA

- ANÓNIMO (1999) “El desafío del agua en Centroamérica”, en *Estado de la Región*, Editorama, Costa Rica, pp. 101-122.
- (2001) *Desigualdades en el acceso, uso y gasto con el agua potable en América Latina y el Caribe*, Serie Informes Técnicos núm. 8, Washington.
- (2003) *Nicaragua, primer objetivo*. En Revista de la SEMG, núm. 51, 145-147.
- ARANA, Mario; Juan Rocha (1997), *Efecto de las políticas macroeconómicas y sociales sobre la pobreza en el caso de Nicaragua*, Memoria de los Seminarios Internacionales sobre “Políticas Macroeconómicas y Pobreza”, Nicaragua.
- BIFANI, Paulo (1997), *Medio Ambiente y Desarrollo*, Universidad Autónoma de Guadalajara, Guadalajara.

¹³ Esta red es una de las organizaciones que ha luchado en contra de la privatización del servicio de agua potable y de la privatización de Enacal.

- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS) (2001), *Evaluación de los servicios de agua potable y saneamiento 2000 en las Américas: Nicaragua*, Informe Analítico, OMS-Unicef.
- Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América (CI-USA) (2001), *Evaluación de recursos de agua de Nicaragua*, Centro de Ingeniería Topográfica, Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América.
- CRUZ, Antonio (1997), “Modelaje del Acuífero de Managua y su rendimiento sostenible”, tesis.
- DEERE, Carmen; Peter Marchetti (1985), “The Peasantry and the Development of Sandinista Agrarian Policy, 1979-1984”. *Latin American Research Review*, 20 núm. 3: 75-109.
- ESA-Consultores (2005), *Los servicios de agua potable y saneamiento para los pobres en Centroamérica, México, República Dominicana y Haití*, Editorial San Miguel, Tegucigalpa, Honduras.
- FISCHER, Gunther y Gerhard Heilig (1997), “Population Momentum and the Demand on Land and Water Resources”, *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 352 (1356): 869-888.
- GARFIELD, Richard (1985), “Health and the War against Nicaragua, 1981-84”, *Journal of Public Health Policy*, 6 (1): 116-131.
- GÓMEZ, Rosa (2000), *Salud en la vivienda en los países que conforman la red interamericana de centros de salud en la vivienda: el caso de Nicaragua*, Organización Panamericana de la Salud, Managua, Nicaragua, pp. 23.
- HARRIS, Richard (1985), “The Revolutionary Process in Nicaragua”, *Latin American Perspectives*, 12 (2): 3-22.
- _____ (1987), “The Revolutionary Transformation of Nicaragua”, *Latin American Perspectives*, 14 (1): 3-18.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (Ineter) (2001), *Reseña hidrológica de Nicaragua*, Boletín Semestral, Volumen núm. 1, Managua, Nicaragua.
- Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA) (1980), *Situación ambiental en Nicaragua*. Nicaragua.
- JOURAVLEV, Andrei (2001), *Administración del agua en América Latina y el Caribe en el umbral del siglo XXI*, División de Recursos Naturales, CEPAL, Chile.

- Ministerio de Relaciones Exteriores (MRE)/Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (Mific) (2003), *Estudio Preliminar sobre la situación de servicios ambientales en Nicaragua*, Taller Regional de Expertos sobre Bienes y Servicios Ambientales, La Habana, Cuba.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2006. *Informe sobre Desarrollo Humano 2006, más allá de la escasez: Poder, pobreza y la crisis mundial del agua*. pp. 439.
- QUIRÓS, Ana (2005), *La situación del agua en Nicaragua: cambios legales en el marco de la privatización*, MenschenRecht-Wasser.
- SÁNCHEZ, Marco y Rob Vos (2005), “Impacto del *Cafta* en el crecimiento, la pobreza y la desigualdad en Nicaragua, una evaluación *ex-ante* con un modelo de equilibrio general computable dinámico”, Informe final, Nueva York y Ciudad de México, pp. 118.
- SHIVA, Vandana (2003), *Las guerras del agua: privatización, contaminación y lucro*, Siglo XXI, México.
- VILAS, Carlos (1984), “Insurgencia popular y revoluciones sociales (En torno a la Revolución sandinista)”, *Revista Mexicana de Sociología*, 46 (3): 185-209.
- (1985), “El Sujeto Social de la Insurrección Popular: La Revolución Sandinista”, *Latin American Research Review*, 20 (1): 119-147.
- (1986), “Sobre la estrategia económica de la Revolución Sandinista”, *Desarrollo Económico*, 26 (101): 121-142.
- (1990), “La contribución de la política económica y la negociación internacional a la caída del gobierno sandinista”, *Revista Mexicana de Sociología*, 52 (4): 329-351.
- WALL, David (1993), “Spatial Inequalities in Sandinista Nicaragua”, *Geographical Review*, 83 (1): 1-13.

PROBLEMAS, ESTRATEGIAS Y EXPERIENCIAS EN EL ABASTO DE AGUA A LA CIUDAD DE LA HABANA

JOSÉ EVELIO GUTIÉRREZ HERNÁNDEZ

INTRODUCCIÓN

La Habana es la ciudad capital de la República de Cuba, y está situada en la isla mayor del país y del conjunto de islas de las Antillas. Es una urbe populosa que concentra casi la quinta parte de la población cubana con 2,2 millones de habitantes aproximadamente. Como la mayoría de las grandes ciudades, requiere importar gran cantidad del recurso vital y socialmente esencial que es el agua dulce, para satisfacer el consumo de sus moradores y para el desarrollo de las actividades productivas y de los servicios, especialmente por la carencia de recursos hídricos en el área ocupada por ésta (Gutiérrez y otros, 2001).

No obstante poseer una cifra poblacional moderada, La Habana tiene mucha tradición en el uso del agua para el baño y el aseo doméstico, por lo cálido del clima, y para el riego de jardines y huertos de autoconsumo en los patios de muchas viviendas a la usanza española —es una ciudad extendida de unos 560 km² de área urbanizada, con elevado porcentaje de viviendas con patio, traspatio, jardines, y parcelas aledañas—; además del empleo de agua en la actividad comercial, industrial, y en la agricultura urbana y suburbana a escala productiva, que también es particularmente alto y eleva los requerimientos. En consecuencia, esta ciudad manifiesta alta demanda, a la que se suman factores, como el despilfarro, fugas, y otros, pese a que una parte importante del suministro procede de cuencas ubicadas fuera de la ciudad y de la propia provincia (Gutiérrez, 1994); estos aspectos se explicarán en los tópicos que siguen.

El manejo del agua en una gran ciudad es un problema complejo que incluye aspectos vinculados directamente o no al abasto (captación de fuentes, planificación de los recursos hídricos y de las entregas por

tipo de usuario, distribución, control técnico de las redes, drenaje, saneamiento, y protección contra peligros hidrológicos), por lo que cada una de estas esferas o actividades no puede verse por separado o aislada, sino en su vínculo e interrelación con las demás; es decir, que deben articularse y complementarse dentro de un sistema común de gestión, entendido como manejo hidrológico integral.

En este trabajo se presenta una sinopsis de las condiciones hidrológicas de la ciudad de La Habana y de su provincia; del desarrollo histórico y las características y modificaciones del abastecimiento de agua que la ha cambiado; se propone un ensayo crítico acerca de la gestión y situación actual de los recursos hídricos vinculadas al suministro, teniendo en cuenta la ubicación y particularidades de las fuentes, y la situación general del servicio urbano de abasto; y se proponen algunas recomendaciones. Debido al análisis histórico que se realiza y a la amplitud de información que se aborda, el trabajo trata por separado la situación precedente a 1959, y la situación actual vinculada al desarrollo del Programa Hidráulico cubano.

CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS Y SOCIO-GEOGRÁFICAS DE LA CIUDAD DE LA HABANA Y CAUSAS DE LA CARENCIA DE AGUA

La Habana se encuentra en la costa norte de la porción occidental de la isla de Cuba, alrededor de la bahía que lleva su nombre (Bahía de La Habana) y es la ciudad mayor y más poblada de la nación. Esta ciudad presentó escasez de agua potable y condiciones adversas para el abasto hídrico después de su reubicación definitiva, por carecer localmente de suficientes fuentes naturales de agua dulce (León, 1990). Hace casi cinco siglos, en 1515, La Habana se había instalado en el fértil valle del río Mayabeque, próximo a la costa meridional de la vecina provincia, donde permaneció muy poco tiempo a pesar de la abundancia de agua, pues el malestar de las plagas de insectos y las dificultades de la comunicación determinaron la búsqueda de otro sitio más ventajoso para emplazarla. Así se trasladó al norte, cerca de la desembocadura del caudaloso río Almendares, y casi enseguida, en 1519, fue llevada hasta

las inmediaciones de la bahía, en su porción occidental, donde se halla el centro de origen del actual asentamiento —La Habana Vieja— en busca de la comunicación marítima, pero alejada de todas las corrientes fluviales de la zona.

En el establecimiento definitivo de La Habana pesó más el beneficio económico y políticamente estratégico para la metrópolis española, que representaba su proximidad a la bahía, en el umbral mismo del Golfo de México, que la existencia de abundante agua dulce para sus pobladores (Gutiérrez, 2001); además se construyó ahí, el entonces llamado Puerto Carenas.

A pesar de las favorables condiciones climáticas de la ciudad capital, con clima tropical estacionalmente húmedo y abundantes precipitaciones —1360 milímetros anuales de lluvia— las reservas y recursos explotables de agua dulce en esa área y sus proximidades son limitados. A diferencia de la vertiente sur, en la vertiente norte del territorio habanero las potencialidades acuíferas de las rocas son muy bajas y existe un sólo río importante como abastecedor de agua, el río Almendares, que desemboca a varios kilómetros de la referida bahía, al lado del cual se localizó el asentamiento inicial. Los demás ríos son muy pequeños y de régimen temporal, con muy débil estiaje en los meses secos.

Con los años La Habana creció y se expandió, acercándose a las fuentes naturales de agua más importantes de la zona —fundamentalmente a la cuenca subterránea Vento—, pero también la demanda se multiplicó y sobrepasó las potencialidades de estas fuentes, motivando la importación del recurso desde lugares externos, convirtiéndose en una característica distintiva de la historia hídrica habanera.

A continuación se realiza una caracterización hidrológica y socio-geográfica sintética de la actual ciudad de La Habana:

- Es la ciudad con más habitantes en el país: 2,2 millones de personas aproximadamente.
- Su provincia político-administrativa, de igual nombre, es la más pequeña de Cuba (724 km²), la de mayor superficie urbanizada (340 km²), y la más densamente poblada (3039 hab/km² como promedio).
- Sus ríos son cortos, con cuencas pequeñas, excepto la del Almendares que es el único río medianamente importante que atraviesa la actual

zona urbana y que procede de la provincia contigua. El área de la cuenca Almendares es de 402 km².

- El escurrimiento total del territorio es pobre, y de régimen estacional.
- Los recursos hídricos —superficiales y subterráneos bajo la ciudad— son escasos, en comparación a su demanda.
- La urbanización no posibilita la construcción de embalses grandes con áreas de inundación extensas.
- Parte del escurrimiento y de las aguas embalsadas en las áreas urbana y periurbana se utilizan en diversas funciones —control de avenidas, recarga subterránea, actividad turístico-recreativa, saneamiento, etc.— que constituyen demandas compartidas y restan potencial para el posible destino de esas aguas al consumo doméstico.
- Sus ríos presentan diferentes grados de contaminación.
- El recurso explotable de mayor importancia dentro de la provincia corresponde a la cuenca hidrológica subterránea Vento, situada bajo la cuenca del río Almendares y al sur de la ciudad; pero solamente alcanza para cubrir la mitad de la demanda que tiene hoy esta capital.
- Las otras dos cuencas subterráneas existentes en la provincia (Cuenca Costera Norte y cuenca Jaimanitas) son muy estrechas, poco profundas y con reservas pobres; además, están parcialmente contaminadas por hallarse bajo el área urbana, y a muy poca profundidad (Gutiérrez, 1994 y 2001; Gpecah 1996).
- Los rasgos distintivos de las tres cuencas subterráneas de la provincia Ciudad de La Habana, anteriormente mencionadas, son: Cuenca Vento (tipo: cerrada); recurso explotable: 287 hm³; Jaimanitas (tipo costera); de pequeño potencial hidrológico: 13 hm³; y Costera Norte (tipo costera); de muy limitado potencial hidrológico: 2 hm³

ESTRATEGIAS Y ALTERNATIVAS EN EL ABASTO
DE AGUA A LA CIUDAD DE LA HABANA:
UN PROCESO HISTÓRICO

Historia previa a 1959

Debido al déficit de suministro de agua, el propósito de mitigar la sed de una gran parte de la ciudad constituyó una meta inalcanzable

y un problema insoluble que se extendió hasta las últimas décadas del siglo XX.

Los factores principales que determinaron la prolongación del problema fueron: la insuficiencia hídrica local, el alejamiento relativo del núcleo original de asentamiento respecto del río Almendares, el aumento de la demanda asociada al crecimiento constante de la ciudad, y la falta de voluntad política y de acciones decisivas por parte de los gobernantes de la República neocolonial (1902-1959).

Por tanto, el reto de satisfacer los apetitos de agua de La Habana fue un acicate permanente para sus autoridades y su gobierno, en todas las épocas, desde su traslado definitivo para el lugar que actualmente ocupa su casco antiguo —área de la ciudad original—, y de manera especial el pasado siglo, que no vino a resolverse de manera satisfactoria tras algunos años de iniciado el Programa de Desarrollo Hidráulico emprendido por la Revolución Cubana de los años sesenta; independientemente de los problemas que subsisten y que también se abordan más adelante.

Si se hace un análisis retrospectivo acerca del servicio de agua a la urbe habanera, puede decirse que la búsqueda de fuentes naturales de agua fuera de su área de asentamiento se convirtió, desde los inicios de su enclave como centro económico y político de la mayor colonia española del Caribe, en una permanente necesidad; además de sentencia geográfica, al ser ubicada allí privilegiando la comunicación externa y el factor comercial para el desarrollo de la naciente ciudad, por sobre la disponibilidad de abundante agua dulce, no solo para esos momentos, sino también para la futura y mucho más desarrollada ciudad.

La cuestión referida ha constituido una controvertida e interesante historia de falta de disponibilidad, escasez de suministro y estrés hídrico, que obligó a emprender una larga escalada en la búsqueda del imprescindible líquido y en la construcción sucesiva de obras hidráulicas: en los alrededores de la antigua Habana en las primeras épocas, y más distante, después.

El estrés hídrico puede definirse como el estado de ansiedad que se produce en algunos individuos o en una comunidad poblacional, por carencia de agua o insuficiencias en el servicio domiciliario, debido a que la disponibilidad hídrica se encuentra por debajo de la demanda, o

a que existen otros factores que inciden en la estabilidad de la entrega; generalmente problemas de tipo técnico.

A continuación se hace un análisis retrospectivo acerca de la situación relacionada con el agua en San Cristóbal de La Habana —como se le denominaba entonces— y se mencionan los aspectos más sobresalientes:

Las obras hidrotécnicas que destacan en su historia hidrológica, son: la Zanja Real (un canal construido para conducir aguas fluviales hasta el primer asentamiento habanero), la presa El Husillo (vinculada a la anterior y también desaparecida ya), el acueducto Albear (a partir de manantiales, que aún funciona); todos ellos vinculados a la cuenca del río Casigüagüa —hoy Almendares— que está cubierta ahora por la mancha urbana en su sector inferior; después: el acueducto Cuenca Sur, el acueducto Ariguanabo, y otras obras menores, varias de ellas asociadas a otras cuencas hidrológicas más las emplazadas posteriormente al año 1959 que referimos más abajo.

En el año 1544 las autoridades coloniales que gobernaban en Cuba iniciaron gestiones ante el Rey de España para la construcción de un canal, denominado Zanja Real, que llevase las aguas desde el río Almendares (localidad La Chorrera) hasta la incipiente ciudad. Entre 1566 y 1575 se realizó la obra, que abasteció de agua a sus pobladores; es decir, desde el río Almendares hasta las inmediaciones de la bahía, donde radicaba el asentamiento de la época (León, 1990).

Entre los años 1589 y 1592 fue construida una pequeña represa para depósito, llamada presa Husillo, y se le dio terminación a las obras de la Zanja Real, la cual constituyó, durante 243 años (de 1592 a 1835), el único acueducto que abasteció del vital líquido a la antigua ciudad de La Habana.

Sin embargo, los inconvenientes lógicos que caracterizaban un acueducto tan expuesto e inadecuado para el suministro de agua a la ciudad, como era la Zanja Real, que en aquella época alimentaba a cien mil habitantes, motivaron que el gobierno colonial se diera a la tarea de promover la construcción de otro nuevo. Es así que en 1831 se iniciaron las obras del Acueducto de Fernando VII, que duraron cinco años: toma de agua en el río Almendares, próximo a la represa El Husillo; casa de filtros; y tubería conductora hasta su red de distribución, para surtir la ciudad interior.

La ciudad de La Habana a finales del siglo XIX ya sobrepasaba los doscientos mil habitantes, cifra que duplicaba la población existente cuando se terminó el acueducto de Fernando VII (León, 1990). Pero gracias al talento, tesón y sabiduría del ingeniero cubano Don Francisco de Albear y Fernández de Lara, la ciudad pudo disponer de una solución altamente ventajosa para sus necesidades, con la captación, conducción y distribución de los manantiales de Vento, constituyendo la última obra construida en la época colonial (1893), bautizada después con su propio nombre. El Acueducto Albear es considerado ahora una de las diez mejores obras de la historia de Cuba, por su ingeniosa construcción, por su funcionalidad, y por su valiosa contribución a la salubridad, que fue uno de los problemas más críticos de la capital cubana de inicios del siglo antepasado.

A lo largo del periodo republicano, el enfrentamiento a la carencia de agua en La Habana continuó comportándose tímido y lento, a pesar del crecimiento de esta importante villa a expensas de su desarrollo natural y del ingreso de las personas del interior que se asentaban en la capital, en busca de mejoría económica. Prácticamente no se construyó ningún acueducto local de importancia durante el primer medio siglo después de la independencia del país y de fundada la República en 1902.

Por años, este tema constituyó un recurrido elemento de promesa electoral de los políticos de la Cuba Republicana. Y fue componente central en el trágico episodio que costó la vida al famoso alcalde de esta ciudad, doctor Manuel Fernández Supervielle, quien se suicidó en mayo de 1947, al no poder cumplir su promesa de construir un nuevo acueducto y solucionar el problema del suministro de agua a esta demarcación.

Al inicio de los años cincuenta del siglo XX se levantaron algunas importantes obras de acueducto. Se incorporaron las obras siguientes: Cuenca Sur (1949), Paso Seco (1950), Cosculluela (1950), Ariguanabo (1958), El Rincón (1958), y otras, vinculadas a diferentes fuentes naturales y poblaciones de la periferia de la ciudad que siguen en funcionamiento actualmente (Fernández y Fernández, 1950).

A pesar de tales obras, el suministro resultaba insuficiente para la población metropolitana existente al triunfo de la Revolución en 1959;

especialmente algunas áreas importantes que seguían padeciendo de estrés hídrico.

Ya entrada la Revolución, muchos vecinos que habitaban edificios y viviendas altas de La Habana Vieja se veían obligados a cargar diariamente recipientes con agua e izarlos hasta sus moradas, para disponer de este imprescindible líquido en las actividades domésticas. Esto constituyó una práctica cotidiana en muchas de las barriadas habaneras, que castigó a sus familias por largo tiempo.

La solución definitiva al déficit de suministro de La Habana no llegó hasta hace pocos años, en el periodo revolucionario, con la construcción de importantes obras hidráulicas nuevas y otras medidas. Y aunque todos los problemas anteriormente referidos han ido quedando atrás y el suministro que se proporciona a la ciudad es cuantitativamente suficiente, existen otras dificultades.

En la actualidad reside en Ciudad de La Habana una población veinte veces mayor que la que existía al terminarse el Acueducto de Fernando VII; y equivalente a más de ocho veces la capacidad de entrega del centenario —aunque eficiente— Acueducto Albear, que aún forma parte del sistema de obras que surte la ciudad (el 12 por ciento del agua servida). El polo urbano habanero recibe hoy un caudal de agua de 1,28 hm³/d (hectómetros cúbicos por día), o sea, 584 l/hab/d (litros por habitante por día), que es un volumen elevado para su conglomerado humano, y equivalente al *per cápita* de muchas ciudades desarrolladas. Pese a ello, se presenta una nueva problemática que exponemos a continuación.

Etapas posteriores a 1959

Parte de las acciones de desarrollo económico y social de la Revolución Cubana y una de sus obras significativas, es el Programa de Desarrollo Hidráulico del país, localmente bautizado con el nombre de “Voluntad Hidráulica”.

En 1963 se crea el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) como institución rectora que abarca todas las esferas relacionadas con las aguas: control de las fuentes; explotación y administración del recurso; construcción y mantenimiento de obras; instalación de re-

des de observación y monitoreo hidrológico; vigilancia y control de la calidad de las aguas; protección de cuencas; desarrollo y atención de sistemas de acueducto y de alcantarillado —en todo el territorio nacional y especialmente en las ciudades y pueblos—; y prevención de eventos hidrometeorológicos extremos, como vía de protección de la población, ciudades, e instalaciones económico-sociales.

El INRH, es de carácter central, tiene rango ministerial, y consta de dependencias territoriales en tres tipos o niveles de jerarquía diferentes: delegaciones provinciales de recursos hidráulicos, empresas provinciales de aprovechamiento hidráulico, y unidades empresariales básicas (de rango local), con autonomía de gestión. El nivel central del INRH traza la estrategia de manejo de las aguas y asesora técnicamente las acciones, mientras sus dependencias garantizan el cumplimiento de todos los objetivos y tareas básicas anteriormente mencionados.

A través del INRH el estado cubano despliega un programa hidráulico que se concentra en cuatro direcciones primordiales: el abasto a la población, el saneamiento urbano —incluye recolección y disposición de aguas residuales y órganos de tratamiento—, el riego agrícola, y suministro a la industria; las dos últimas con miras al desarrollo económico del país.

El Programa emprendido en el territorio de La Habana comprendió:

- Ampliación de la red de distribución de agua y de la red de alcantarillado del área urbana.
- Construcción de un grupo de nuevas obras de captación y suministro, dentro y fuera de esta ciudad; en especial, del principal acueducto actualmente existente (el Gato), para garantizar el abasto del sector oriental de la ciudad de La Habana, el de mayor expansión en las últimas décadas.
- Construcción de tres presas medianas de almacenamiento, al sureste de la ciudad, para el suministro a la población periurbana de esa área (véase cuadro 1).
- Construcción del acueducto del este de La Habana, con planta de tratamiento integral.
- Interconexión de los cuatro grandes sistemas de acueducto de la ciudad, para convertirlo en un sistema único omnifuncional.

- Construcción de una presa grande para la recarga de la cuenca subterránea Vento, sobre su territorio cársico.
- Construcción de un número de presas pequeñas (microembalses) en la periferia de la ciudad. Algunas de propósitos múltiples: contribuir al suministro de agua, protegerla del efecto de las crecidas fluviales, garantizar gastos sanitarios en los cursos bajos, uso recreativo, y otros.
- Perforación de nuevos pozos de extracción, conductoras y ampliaciones de las existentes, e instalación de tanques almacenadores en diferentes localidades, especialmente en los municipios periféricos.
- También, adicionalmente, se desarrollaron programas de ahorro del agua, con amplia divulgación y participación comunitaria (Programa de Ayuda y Uso Racional del Agua [PAURA], entre otros), y programas de educación ambiental que incluyen la conservación del recurso y la protección de las fuentes naturales y de los cuerpos de agua.

CUADRO 1. EMBALSES CONSTRUIDOS EN LA CIUDAD DE LA HABANA EN LAS ÚLTIMAS DÉCADAS, COMO PARTE DEL PROGRAMA HIDRÁULICO.

<i>Tipo de embalse</i>	<i>Capacidad de almacenamiento en hm³</i>	<i>Uso</i>
Medianos y grandes (entre 10 y 60 hm ³)		
Ejercito Rebelde	51,90	Recarga subterránea y control de avenidas
La Coca	11,68	Abasto a la población
La Zarza	17,20	Abasto a la población
Bacuranao	15,71	Abasto a la población
Pequeños (menores de 3 hm ³)		
37	19,20	Control de Avenidas; regadío; uso recreativo, turístico y deportivo; saneamiento y otros.
Total de embalses: 41	Total: 115.7	

Nota: Un hm³ de agua equivale a un millón de m³; y es una unidad de medida más en uso.

Entre las obras de acueducto nuevas tenemos el acueducto Cuatro Caminos, acueducto Playas del Este, acueducto Aguada del Cura, acueducto El Gato; presas Coca, Zarza y Bacuranao, para abasto; la presa

Ejército Rebelde para recarga de la más importante cuenca subterránea local; el acueducto del Este de la Habana y la estación potabilizadora Planta de Filtro Norte-Habana; los acueductos de Alamar, Alta Habana, San Agustín, y Villa Panamericana. Además, un conjunto adicional de obras de captación menores (pozos); numerosos tanques de distribución, importantes conductoras secundarias dentro del área urbana y su periferia; y el Sistema de Mando Automatizado de Palatino, entre otros.

Suministro actual, estructura y composición del sistema de acueductos de la ciudad

Al analizar el comportamiento del suministro de agua a una ciudad, deben deslindarse dos grandes aspectos: el volumen o cantidad neta de entrega de agua al sistema (o a los sistemas) de acueducto, y la calidad del servicio, visto en términos de eficiencia. El suministro a la capital cubana ha sido resuelto en cuanto a cantidad, aunque no en cuanto a la calidad del servicio; esto último se argumentará más adelante.

Los volúmenes de suministro lograron elevarse con múltiples obras hidráulicas nuevas, que incorporaron al abasto de la ciudad importantes fuentes externas. Es decir, debido a la limitada disponibilidad local del recurso, la mayor parte del abasto de agua se traslada desde cuencas y fuentes situadas en el exterior de la ciudad; incluso de la provincia.

Principales cuencas subterráneas abastecedoras:

- Cuenca Vento: situada en la periferia de Ciudad de La Habana.
- Cuenca Jaruco: situada fuera de la provincia.
- Cuenca Costera Sur, Tramo Güira-Quivicán: situada fuera de la provincia.
- Cuenca Arigüanabo: situada fuera de la provincia.

El sistema de acueducto de La Habana consta de 53 fuentes —la mayoría de las cuales corresponden a las cuencas subterráneas anteriormente mencionadas— y de 4 conductoras principales, que generan un suministro total equivalente a 480,7 hm³/año (480 millones 700 mil m³). De ellos, el 97.4 por ciento es agua subterránea.

SUBDIVISIÓN DE LAS OBRAS DE ACUEDUCTO, ATENDIENDO
AL TIPO DE FUENTE Y DE CAPTACIÓN.

<i>Tipo de acueducto</i>	<i>Cantidad</i>
De agua subterránea mediante pozos profundos	37
De aguas superficiales (con 3 embalses y 1 potabilizadora)	1
De fuente de captación por manantiales	1
De fuente de captación con túneles, taza receptora y bombas horizontales	1

SUBDIVISIÓN DE LAS OBRAS O FUENTES POR CATEGORÍA,
ATENDIENDO A LA CAPACIDAD DE ENTREGA.

<i>Tipo de fuente</i>	<i>Cantidad</i>
Grandes ($>3 \text{ hm}^3/\text{mes}$)	6 fuentes
Medianas ($0,8-1,2$)	6 fuentes
Pequeñas ($0,2-0,4$)	7 fuentes
Muy pequeñas ($< 0,2$)	26 fuentes

CUADRO 2. ENTREGA PROMEDIO DE LAS OBRAS DE CAPTACIÓN
SUBTERRÁNEAS QUE ABASTECEN A CIUDAD DE LA HABANA,
POR CATEGORÍA.

<i>Tipo de acueducto</i>	<i>Entrega anual promedio (hm^3)</i>	<i>Por ciento de entrega total</i>
Grandes	360	76.7
Medianos	70,3	15.0
Pequeños	25,2	5.4
Muy pequeños	13,6	2.9
Total de acueductos	468.6	100

El volumen sumario de las fuentes Grandes más las Medianas es de 91.7 por ciento del total de aguas subterráneas utilizadas.

CUADRO 3. LOCALIZACIÓN DE LAS OBRAS, REFERIDA
A LA PROVINCIA POLÍTICO-ADMINISTRATIVA.

<i>Tipos de acueducto</i>	<i>Ubicados dentro del territorio de la provincia</i>	<i>Ubicados fuera de la provincia ciudad de La Habana (externos)</i>
Grandes	3	3
Medianos	2	4
Pequeños	5	2
Muy pequeños	19	6

Relación de las principales obras de acueducto (obras grandes) y de la cuenca subterránea asociada:

- 1) Acueducto El Gato-Cuenca Jaruco
- 2) Acueducto Cuenca Sur-Cuenca Costera Sur (Tramo Güira-Quivicán)
- 3) Acueducto Vento-Cuenca Vento
- 4) Acueducto Marianao-Cuenca Ariguanabo
- 5) Acueducto Cosculluela-Cuenca Vento
- 6) Acueducto Paso Seco-Cuenca Vento

Tres de las seis obras de acueducto mayores se encuentran en la periferia del área metropolitana (pertenecen a la cuenca Vento) y tres corresponden a cuencas externas a la provincia (Stanimirov, 1966).

Los acueductos El Gato y Cuenca Sur son los más importantes del conjunto, por su envergadura y volumen de suministro (generan y envían más de 174 hm³ anuales entre ambos), y son los dos mayores trasvase de agua subterránea y las conductoras más distantes existentes en el occidente de Cuba.

CUADRO 4. EXTRACCIÓN PROMEDIO DE LAS FUENTES GRANDES.

<i>Nombre de la fuente</i>	<i>Caudal (en hm³/mes)</i>
El Gato	7.668
Cuenca Sur	6.868
Vento	4.627
Marianao	4.618
Cosculluela	3.101
Paso Seco	3.078

La mayor parte del agua que se lleva a las redes de distribución de la ciudad, se traslada desde el exterior de la misma: 95 por ciento es trasvasado; incluyendo los acueductos vinculados a la cuenca Vento, localizados en la periferia urbana.

La Habana, como otras muchas ciudades grandes, ha incrementado la disponibilidad y el abasto de agua a expensas de la explotación significativa de varias cuencas de la periferia urbana o más alejadas —todas externas—, como se ha demostrado; pero el incremento de suministro

no compensa otros problemas existentes —véase el próximo tópico— por lo que persiste una escasez parcial en áreas de consumo.

CUADRO 5. EXTRACCIÓN PROMEDIO DE LAS FUENTES MEDIANAS.

<i>Nombre de la fuente</i>	<i>Caudal (en hm³/mes)</i>
Benigno	1.221
Cotorro	1.022
Cuatro Caminos	0.984
Rincón	0.934
Meireles Viejo	0.872
Aguada del Cura	0.825

El suministro *per cápita* promedio de agua a la ciudad de La Habana es de 604 l/hab/día, que es alto comparado con otras ciudades de población similar. Sin embargo, debido a las pérdidas de agua dentro del sistema, por fugas principalmente, el servicio a la población en muchas áreas se realiza sólo en cierto horario; en otras áreas a través de días alternos; y en varios lugares, incluso, existen presiones y caudales débiles en los conductos, y el servicio es crítico.

Se considera que el volumen global suministrado (1.33 hm³ volumen promedio diario) es suficiente para cubrir una demanda —actual y perspectiva— las 24 horas del día, pudiendo proporcionarse un servicio domiciliario estable. Por ello, lo que se necesita es elevar la eficiencia general del sistema, sin necesidad de incrementar el monto de suministro.

PROBLEMAS ACTUALES Y PERSPECTIVAS DE SOLUCIÓN: ANÁLISIS CRÍTICO

La prioridad del estado en el tema hídrico y el Programa Hidráulico jugaron un rol decisivo en el enfrentamiento a los problemas existentes antes de los años sesenta, y los logros obtenidos tuvieron amplio alcance en la vida nacional en los ámbitos agrícola, urbano, industrial, y de la defensa civil ante peligros hidrometeorológicos —que en Cuba son grandes y frecuentes—; sin embargo, también se han afrontado dificultades.

La obra hidráulica desplegada específicamente en las ciudades, pueblos y poblados de todo el país, proporcionó grandes experiencias y

elevó ostensiblemente la cobertura de acueducto y de alcantarillado, que hoy figuran entre las más altas de los países del continente; pero también encontró nuevos problemas, especialmente en algunas ciudades, debido a las características intrínsecas de la esfera hidrológica urbana, lo que retardó el avance de los objetivos previstos. La Habana ha sido, concretamente, el caso más difícil en el país, por su tamaño y complejidad, por la extensión de áreas residenciales antiguas, incluso coloniales, entre otros factores y que han requerido soluciones y esfuerzos especiales, y recursos adicionales.

Al comienzo del Programa Hidráulico se responde a las necesidades primarias de acueducto y alcantarillado en todos los asentamientos poblacionales cubanos, incluida la capital, y a las necesidades reales de incremento del suministro de agua; así, se trazan estrategias y proyecciones para los problemas y necesidades del momento, como se explicó.

En relación a la capital, en particular, los tres principales y más agudos problemas han sido: el abastecimiento de agua a la ciudad, la infraestructura de la red de distribución —secundaria y terciaria— y el suministro domiciliario de calidad. El primero ha sido resuelto ya, como se expuso; los otros dos se han ido solucionando a ritmos diferentes y con diferente grado de dificultad: en muchas áreas se resolvieron totalmente, pero en determinadas localidades sólo parcialmente, porque subsisten limitaciones o porque han surgido nuevos problemas, debido a la necesidad de recurrir a soluciones transitorias o más económicas, ocasionando retrocesos. Por otra parte, también se originaron trastornos ambientales en áreas externas a la ciudad, vinculadas al suministro, no erradicados aún. Tratemos todos ellos poco a poco.

Hoy este polo del Caribe recibe un caudal de agua de 15200 l/s elevado para su conglomerado humano y equivalente al *per cápita* de muchas ciudades desarrolladas del mundo— pero la entrega de agua a los consumidores a nivel de las viviendas no depende solamente de la cobertura hidráulica y del volumen total de suministro, sino también de otros aspectos.

Si bien el suministro global, visto en términos de volumen, está garantizado, todavía muchas partes de la ciudad están sujetas a un régimen de suministro intermitente, por el estado técnico de las redes y otras causas. En consecuencia, en algunos sitios del área urbana las

viviendas que carecen de cisternas o de tanques elevados deben esperar por los horarios o días en que se activa el servicio de agua —entrada de agua por las tuberías— para rellenar sus depósitos domésticos. Esto provoca el estrés hídrico que aún subsiste en tales sitios a pesar de que las áreas afectadas han disminuido bastante en el último lustro.

Por otro lado, hay que entender que en el medio urbano es inexorable resolver en conjunto, y no por separado, los problemas hidrológicos: suministro de agua, drenaje pluvial y alcantarillado. Así que es un imperativo y una regla bastante socorrida, acometer en conjunto la reparación, reconstrucción, y especialmente la creación de nuevas coberturas hidráulicas —obras de acueducto, de desagüe y de saneamiento—, dadas la proximidad e interrelación de estos tipos de redes, a pesar de ser independientes; sobre todo, por su tradicional ubicación debajo de la vía pública, que conlleva afectaciones físicas para la misma y alteraciones en el tránsito urbano, que deben evitarse. Eso determina que las obras referidas se planifiquen de manera simultánea, generalmente.

Por todo lo anterior, no pueden verse desligadas la gerencia —gestión, administración de obras— de acueducto, de drenaje y de disposición albañal, y en muchos lugares son atendidos de manera común por las mismas instituciones especializadas o encargadas (Alonso y Mon, 1997). Así fue organizado por la Dirección Nacional de Acueducto y Alcantarillado del país —hoy perteneciente al INRH—, desde sus inicios, decenios atrás, de modo que muchas veces los arreglos en áreas urbanas se convierten en reparaciones capitales, con vistas a que perduren por muchos años.

Como se mencionó ya, en el afán impostergable de llevar agua a la gran ciudad para cubrir su demanda, surgieron también algunos problemas ambientales en algunas cuencas y áreas externas abastecedoras, como ha ocurrido en otros asentamientos y ciudades de nuestro continente (Cirelli, 1996 y Peña, 2005), debido al exceso de explotación y a otras causas. A tales áreas se les debe seguir prestando atención, a pesar de que se tomaron medidas, incluso eficaces, o que se han construido obras costosas para subsanar los impactos provocados en ellas. Esto demuestra también, aleccionadoramente, la necesidad incuestionable de efectuar la planificación y manejo de los recursos hídricos en los territorios con un carácter totalmente integrado.

A la sazón, es oportuno afirmar que la voluntad política para enfrentar los problemas y lograr el desarrollo, en el caso de la esfera hidrológica urbana, no vasta por sí sola en un corto plazo, pues muchas veces el camino se hace escabroso y largo, asociado al crecimiento de una ciudad compleja; la ciudad de La Habana es muestra palpable. Sin embargo, no es imposible mientras se persiste y se dan pasos firmes para resolver los nuevos problemas. En otros sectores y tipos de escenarios geográficos generalmente se logra avanzar mucho más rápido, como en el agropecuario; esto puede apreciarse claramente en Cuba. A continuación se relacionan, sintéticamente, los principales problemas ocurridos en esta ciudad, heredados y nuevos; los factores involucrados de mayor incidencia; y las prioridades para solucionarlos, con mayor o menor urgencia:

Problemas heredados

Son diversos y numerosos los problemas heredados al inicio del Programa Hidráulico, incluso, algunos continuaron agravándose por el deterioro de las instalaciones más viejas, por el incremento de viviendas, de áreas residenciales y del volumen de consumo. Entre ellos se encontraban:

- Insuficiente cobertura hidráulica —aunque ésta, no era de las ciudades más críticas en el país—.
- Alto déficit del suministro de agua.
- Elevado estrés hídrico a nivel global y en muchos barrios citadinos.
- Predominio de redes viejas y en mal estado técnico en una gran parte de la ciudad, sin reparación importante durante décadas, lo que agravaba los dos problemas anteriores
- Localización predominante de estos problemas en áreas habitacionales altamente vulnerables como Habana Vieja y Centro Habana, principalmente.
- Problemas con la distribución y el servicio del agua en algunos sectores, como los anteriormente mencionados, al reducirse la presión hidráulica en su interior y el caudal de salida, que se tornaban una situación generalizada y muy crítica.
- Fugas en muchas de las redes de distribución y en el área intradomiliaria, que requirieron su sustitución paulatina.

Factores desfavorables de peso

- Presencia generalizada de redes hidráulicas bajo el perímetro y el asfalto de las calles, avenidas, y banquetas, situación que entorpece y encarece su reconstrucción o reparación.
- Vulnerabilidad de las viejas edificaciones de los sectores comprendidos por varios de los conjuntos habitacionales más antiguos —algunos datan de hace ochenta años, otros de más de cien—, ubicados en varios municipios; principalmente en la Habana Vieja, Centro Habana y El Cerro.
- Redes bajo calles muy antiguas y estrechas, pertenecientes al casco histórico, construidas de adoquines o chinas pelonas. Ya se ha recordado que esta es una de las primeras ciudades coloniales del país, y cuenta con muchas localidades cuya infraestructura es muy antigua.
- Presencia elevada de tuberías de hierro y de hierro fundido muy deterioradas —corroídas y fisuradas—, por las causas expuestas, principalmente en las áreas mencionadas.
- Se cobra el servicio de acueducto pero no el consumo en gran parte del área residencial, por falta de medidores, lo que no favorece el ahorro, sino que contribuye al despilfarro.

Nuevos problemas

Transcurridas las últimas décadas han surgido nuevos problemas o se han agudizado algunos de los existentes, fundamentalmente vinculados al crecimiento de la ciudad —medio siglo atrás, Cuba tenía poco más de cinco millones de habitantes y Ciudad de La Habana alrededor de un millón; hoy se han duplicado ambas cifras—, y a factores económicos; parte de estos últimos están vinculados al férreo bloqueo estadounidense, en las esferas económica, financiera y comercial, que ha obstaculizado fuertemente, por años, la adquisición de productos, materias primas, tecnologías y otras posibilidades, siendo el factor de más peso, directa e indirectamente.

Dentro de los nuevos problemas, pueden notarse los siguientes:

- Crecimiento poblacional y aumento acelerado del turismo y otros servicios, que han elevado la demanda global de agua.

- Deterioro creciente y mal estado técnico, por falta de recursos financieros, de dispositivos e instalaciones hidráulicas que necesitan reposición, pues los materiales metálicos tradicionalmente utilizados para su construcción son atacados por las sales presentes en las aguas, incluidas las de salideros.
- Recarga local de las redes —de acueducto y de alcantarillado, extensible a los órganos de tratamiento: tanques sépticos, fosas—, debido a la densificación habitacional de muchas áreas residenciales de la ciudad por causas como la conveniencia económica aparente, el crecimiento desordenado o mal controlado, entre otras.
- Notable retroceso en la instalación de medidores de agua, especialmente a nivel domiciliario, por la rotura de estos y la escasez de repuestos durante la pasada década —de fuerte depresión económica— en que se había alcanzado una cobertura casi total de estos dispositivos y del cobro con arreglo al volumen consumido. Esto obligó a reinstaurar el pago tarifa-consumidor, y actualmente en la mayor parte de la ciudad se paga una tarifa fija de un peso cubano mensual por el servicio de acueducto, y de treinta centavos por el servicio de alcantarillado. Ambos servicios quedan subvencionados por parte del Estado y de algunos sectores emergentes como el turismo, cuyas tarifas son, en consecuencia, elevadas.
- Aparición de nuevas fugas en las redes de distribución del casco histórico y en otras áreas, durante su sustitución parcial, ocasionadas por el incremento de la presión hidráulica.
- Fuera de la zona urbana, en algunas cuencas abastecedoras, existen alteraciones ambientales por la explotación hídrica desmedida, a partir de la construcción de grandes obras de captación en esas cuencas, para dar solución al creciente abasto de la ciudad, y que impactaron zonas como la Cuenca Sur con intrusión marina y afectaciones asociadas —salinización de un amplio sector acuífero e impacto ecológico—; la Cuenca San Antonio de los Baños con desaparición de la laguna Arigüanabo y sus consecuencias ecológicas

Estos últimos problemas han sido atendidos y mitigados, con nuevas medidas, proyectos, y obras de protección —Complejo Hidráulico Pedroso-Mampostón-Guira; Dique Sur de La Habana, entre otros—, pero aún debe continuarse trabajando hasta lograr la

rehabilitación total de esos complejos territoriales y sistemas hidrológicos naturales.

Problemas actuales que requieren solución en el futuro cercano:

- Rehabilitar completamente las cuencas y zonas anteriormente mencionadas que sufrieron impactos ambientales de consideración ocasionados por la necesidad del incremento de entrega de agua a la capital cubana.
- Instalar medidores de agua a nivel domiciliario en toda la ciudad, como en los años 80 e introducir y extender una tarifa de pago de tipo escalonada que castigue a los derrochadores y altos consumidores, e incentive el ahorro.
- Introducir en el mercado y en las instalaciones sociales, paulatinamente, dispositivos ahorradores, como grifos, sistemas modernos de descarga sanitaria y otros, diseñados para tal fin.

Prioridades

Es urgente terminar la reparación de las redes de distribución urbana, para reducir al mínimo los salideros, las pérdidas del sistema, y elevar la eficiencia del suministro. En esto se ha avanzado mucho en los últimos años, como ya se explicó —cada año se reimplantan decenas de kilómetros de tuberías—, principalmente gracias al empleo de nuevas tecnologías recientemente puestas en práctica: uso de tuberías de polietileno de alta densidad, cuya consistencia y durabilidad son elevadas; y el sistema Topo para la instalación de las conductoras secundarias bajo el asfalto de la ciudad, con bajo impacto en las edificaciones vulnerables. Esto resultaba un grave problema sin solución viable que perduró por muchos años, hasta hace poco menos de diez años. Sin embargo, dada la envergadura del problema y la extensión de las áreas con construcciones antiguas en el centro urbano, esta tarea conlleva gran esfuerzo y tiempo para ser concluida en un plazo corto, lo cual es el propósito —las tuberías mencionadas ya se fabrican en el país.

También es inaplazable sustituir válvulas y piezas en mal estado, objetivo cuyo avance es aún parcial pues la década anterior, de fuerte

crisis económica, provocó un retroceso en la marcha de esta tarea, que ahora se recupera; y perfeccionar el control y administración del suministro con tecnología avanzada en todos los sistemas de acueducto para elevar la eficiencia de su funcionamiento. Con respecto a esto, se ha avanzado en algunas áreas, especialmente en los sectores oriental y central de la ciudad, a cargo de la empresa “Aguas de La Habana”, surgida en el 2000, que comprende el Sistema Oeste —ligado a las fuentes Cosculluela y Arigüanabo— y el Sistema Central —ligado a las fuentes Vento y Cuenca Sur—, donde se ha instalado un sistema de mando automatizado a distancia para el monitoreo y control hidráulico operativo en tiempo real, además de otras soluciones (INRH, 2002)

“Aguas de La Habana” es una empresa cubano-española de capital mixto (INRH/Grupo Agbar o “Aguas de Barcelona”) y de carácter concesionario: comparten sus intereses al 50 por ciento, a través de un sistema de concesión administrativa por 25 años, renovable, para la gestión del ciclo integral del agua de los sectores de la ciudad antes mencionados, con posible extensión progresiva de un área mayor de la zona metropolitana de la capital. Su actividad incluye el universo de aspectos técnicos y comerciales de la actividad en el territorio y tiene entre sus propósitos la rehabilitación y mantenimiento de las redes de acueducto, el equipamiento y la modernización de todo el sistema técnico y de gestión administrativa de su objeto social, lo cual se realiza a partir de un crédito inicial de Agbar y de parte de las ganancias periódicas generadas. Bajo estos principios y acuerdos, el territorio —la parte cubana— conserva el patrimonio de las infraestructuras, al tiempo que garantiza la continuidad de las inversiones y el mejoramiento constante del sistema hidráulico y del servicio en sus diferentes aspectos.

Todas las necesidades prioritarias anteriormente referidas son cuantiosas y conllevan un elevado presupuesto financiero que la economía del país no puede enfrentar de golpe, como se desearía. Por ello, se avanza en todo este empeño de manera progresiva, a un ritmo moderado pero sostenido y, en algunos casos, de gran envergadura y complejidad, como la ciudad capital; y se apoya con empresas mixtas utilizando capital extranjero. Esta alternativa también se practica con éxito en la ciudad de Varadero desde 1994.

EXPERIENCIAS Y ACIERTOS PRINCIPALES
DESPLEGADOS EN EL ABASTO A LA CAPITAL CUBANA

Para proteger las fuentes locales se complementó el suministro de la capital con fuentes subterráneas de buena calidad, situadas a distancias moderadas —fundamentalmente por el sur— a la espera de resolver el creciente consumo de la gran ciudad, constituida en el principal polo social, económico y turístico del país. En correspondencia, se construyeron sendos sistemas de acueducto que han resuelto el grave e histórico problema, al garantizar la demanda, incluso a largo plazo.

La estrategia y el esquema general de explotación de los recursos hídricos en el territorio habanero, para enfrentar la alta demanda capitalina, han sido acertados al lograr elevar el volumen de suministro unido a una práctica cuidadosa de protección de las fuentes y cuencas hidrológicas abastecedoras que evitan impactos ambientales graves —al no existir otras alternativas factibles—, y a la actual línea de perfeccionamiento de la eficiencia del sistema general de gestión hídrica y del control hidráulico, con miras a un futuro manejo sustentable del agua. Se prevé reducir la extracción en las cuencas Arigüanabo y Costera Sur en los años futuros, lo que contribuirá más a su reestablecimiento —por ser las más afectadas—, además de las medidas adoptadas ya.

Se introdujo y utiliza de manera rigurosa el concepto de “recurso hídrico explotable” como parámetro de referencia y de control de las extracciones en las cuencas subterráneas abastecedoras —con apoyo de la red de monitoreo piezométrico— para garantizar la protección permanente de las mismas, evitando sobrepasar los volúmenes de extracción establecidos por los especialistas.

La cuenca Vento —que suple la mitad de la demanda de la ciudad— se explota en su “zona de descarga”, donde es elevado el caudal subterráneo de las rocas y permanente la afluencia, aún en temporadas de sequía, a través de los acueductos de Vento, Cosculluela y Aguada del Cura; aunque con permanente vigilancia del régimen de niveles en todo el acuífero.

El Acueducto Albear está diseñado para funcionar por gravedad a partir de una fuente subterránea de muy buena calidad. Esta caracte-

rística le confiere gran valor, por su economía, al no requerir energía eléctrica para funcionar y explotar sus fuentes, y dado su posible uso ininterrumpido, incluso en condiciones de catástrofe natural, situación de guerra, u otra en que puedan ocurrir cortes eléctricos. Por ello se reconstruyó y rescató, y continuará dando servicio.

Se construyó un gran embalse en el río Almendares, sobre la cuenca subterránea Vento, en un territorio cársico no urbanizado donde es elevada la infiltración del terreno, para lograr la recarga inducida de ésta, la principal fuente natural de suministro de agua a La Habana, aprovechando volúmenes que antes “se perdían” hacia el mar. Ese embalse, llamado Ejército Rebelde y construido en 1978, garantiza una reposición anual de 50 millones de m³ al año de esa reserva, tan sólo por vía de recarga, lo que constituye una de las más sabias y estratégicas acciones de manejo hidrológico del territorio, para garantizar de manera estable, aunque indirecta, la entrega de gran parte del agua que consume la ciudad.

El referido embalse resuelve, a su vez, otro importantísimo objetivo de manejo de las aguas relativo al área urbana: el control de avenidas en la cuenca baja del Almendares, muy urbanizada y afectada durante años por la inundaciones estacionales, que ocasionaban cuantiosos daños económicos y sociales, y que se redujeron considerablemente al eliminar los volúmenes escurridos por la corriente principal de esa importante red fluvial, hacia la zona poblada de la cuenca. De esta manera se logró un doble propósito con una misma obra hidráulica: la recarga acuífera y la regulación de avenidas que impactaban frecuentemente las instalaciones urbanas —domiciliarias, industriales y sociales— de una parte considerable de la ciudad.

Dada la vulnerabilidad de la cuenca subterránea Vento ante la contaminación, se limitó el crecimiento urbano y la realización de actividades contaminadoras sobre la misma por disposición gubernamental, y se instaló en esos extensos terrenos un gigantesco parque recreativo-turístico, cubierto con vegetación de bosque y césped para su protección natural, y ahora forma parte del Parque Metropolitano de La Habana. En éste se asientan Expo-Cuba, el Parque Lenin, y otras afamadas instalaciones recreativas, que son orgullo de la población, y, a la vez, constituyen otra estratégica obra de ilimitado valor en materia ambiental

(como protección de la cuenca y pulmón verde), que complementa y garantiza a largo plazo la calidad del agua reinfiltrada, y de las obras de acueducto vinculadas a la cuenca de Vento.

En el sector suburbano oriental de la provincia se construyó un sistema de captación fluvial mediante presas, en los pequeños ríos allí existentes y satisfactoriamente conservados, para suministrar el indispensable líquido a algunos poblados del área conurbana de La Habana en esa área instalando una planta potabilizadora (Planta de Filtro Norte-Habana) que beneficia toda la zona. Esto se debe a que la demanda de este sector no es muy alta y a que se encuentra más alejada de los trasvases que llevan agua a la urbe habanera desde el sur. El sistema consta de tres presas de abasto y otras dos de reemplazo emergente. De esta manera se resolvieron, con un esquema simple y de forma económica, las necesidades de ese sector geográfico perteneciente a la capital, sin mayores complicaciones ni elevadas inversiones.

Se interconectaron todos los sistemas de acueducto que cubren y distribuyen el agua en los diferentes sectores de la ciudad, procedentes de cuatro conductoras y grupos de fuentes diferentes, controlandos mediante válvulas. Con ello se facilita el servicio de abasto en todos los sectores, pues se garantiza suplir la falta de suministro de alguna de las fuentes, con otras, en caso de suspensión del servicio por motivo de averías, reparación o mantenimientos.

Aunado a esto se han introducido tecnologías modernas para reconstruir las redes de distribución de agua de las áreas habitacionales y calles más antiguas y vulnerables del centro de La Habana, que incluyen el uso de tuberías altamente resistentes y de más fácil instalación que las tradicionales, de menor impacto y menor costo, lo que ha resuelto eficazmente uno de los problemas hidráulicos urbanos más complejos y difíciles de La Habana antigua. Estas técnicas y trabajos se han extendido por gran parte de la ciudad, reduciendo a ritmo creciente las pérdidas por salideros, para su pronta solución definitiva.

El sistema central, correspondiente al Acueducto Palatino, ha sido completamente automatizado con control en tiempo real, y así se han logrado chequear sus principales parámetros hidráulicos —presión, caudales, entre otros— y operar según estos, lo que lo ha convertido en puntero de la gestión de manejo dentro de los sistemas de acueducto de

ciudad de La Habana, y referencia para las demás instalaciones citadinas, caso que se pretende extender paulatinamente.

Se han reorientado las gestiones de manejo, ahora en función de incrementar la disponibilidad y entrega domiciliaria a expensas de la reducción de fugas, de la eficiencia del sistema, del control y del ahorro del agua; y no a costa de un mayor volumen de suministro, que implicaría nuevas inversiones y obras, como sucede en numerosas ciudades del continente —por ejemplo en la Ciudad de México— en interminable carrera de búsqueda y explotación de fuentes cada vez más distantes y costosas, que atentan contra la sustentabilidad del recurso, en lo ambiental y social (Gutiérrez *et al.*, 2001a y 2001b). De esta manera, incluso puede reducirse la extracción de las fuentes más distantes o en las que sea más conveniente ambientalmente unida a otras estrategias futuras, como el incremento de la descontaminación y el reciclaje de las aguas residuales.

CONSIDERACIONES FINALES

Como puede apreciarse a lo largo del trabajo, la solución a los problemas de abasto de agua en la ciudad de La Habana ha sido una meta difícil y compleja, que se ha resuelto en lo esencial, pero que requiere ahora mejorar en calidad y perfeccionarse, como se materializa en su Programa Hidráulico. Antes hubo de resolverse, como se logró exitosamente: un correcto esquema de planificación y manejo de las aguas en todo el territorio urbano y suburbano; un incremento considerable de la captación y suministro de agua a la ciudad, en pleno desarrollo; la ampliación de la infraestructura hidráulica en las nuevas áreas urbanas en crecimiento; la reconstrucción de las redes en las localidades más críticas; la construcción de nuevas conductoras y nuevos depósitos de almacenamiento dentro de la ciudad (tanques); la interconexión de los diferentes sistemas de acueducto urbano y su control general; entre otros. Ya hoy se ha logrado un volumen de suministro a la ciudad, considerablemente elevado para las necesidades actuales y de los próximos años; se avanza en los reductos de los viejos problemas y en la solución de los nuevos de manera prometedora y eficaz, con nuevas y modernas

tecnologías, elementos más duraderos, como las nuevas tuberías, y a un ritmo acelerado. Todo ello apunta al logro de una situación hidráulica muy satisfactoria a corto plazo en la capital cubana, a la altura de otros logros hidráulicos del país, que sepultarán para siempre las históricas ansias de los habaneros de disponer de un servicio de agua abundante y permanente en toda su ciudad. Pronto deberá lograrse.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO Hernández, José Luis; Enrique Mon Alfonso (1997), “Caracterización del Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento de la Ciudad de La Habana”, *Revista Voluntad Hidráulica* núm. 87-88, INRH, pp. 21-25, La Habana, Cuba.
- CIRELLI, Claudia (1996), *Abasto de agua a las ciudades: la perspectiva de las zonas abastecedoras. El caso de San Felipe y Santiago, Alto Lerma*. UACH, Chapingo, México, pp. 65-80.
- Grupo de Proyecto para el Estudio sobre los Ciclos del Agua en La Habana (Gpecah), *Metrópolis-Unión Europea* (1996), Informe de la situación actual del abastecimiento de agua y el saneamiento, La Habana. Informe Oficial (inédito). p.v.
- GUTIÉRREZ, J.E. (1994), “Regularidades Espaciales y Temporales de los Recursos Hídricos del Occidente de la Isla de Cuba”, Facultad de Geografía, Universidad de la Habana, La Habana, Cuba, tesis doctoral (inédito).
- , Maderey, L.E; Carrillo, J. y Torres, C. (2001a), “Diagnóstico Hidrológico-Ambiental de la Zona Metropolitana de Ciudad de México”, *Alquibla Revista de Investigación del Bajo Segura*, núm. 7, España, pp. 231-240.
- , y otros (2001b), *Diagnóstico hidrológico-ambiental de cuencas y zonas abastecedoras de agua de Ciudad de La Habana (ponencia)*, Taller científico binacional México-Cuba sobre el abasto de agua a las grandes ciudades, Los casos de Ciudad de México y Ciudad de La Habana, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- (2001), *Descripción y análisis crítico del abasto de agua a la Ciudad de La Habana (ponencia)*, Taller científico binacional

- México-Cuba sobre el abasto de agua a las grandes ciudades, Los casos de Ciudad de México y Ciudad de La Habana, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- GUTIÉRREZ, J.E. (2005), *Diagnóstico y recomendaciones acerca de la gestión de las aguas en la provincia Ciudad de La Habana*, Proyectos de Intercambio Académico: UNAM-UH, 1998-2003; Caesar, IMCO-DEV, 2002-2005; Universidad de Munich, Universidad de La Habana, Universidad Autónoma de Madrid y Universidad Autónoma de México, La Habana, Cuba (en prensa).
- Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) (2002), “Aguas de La Habana”, *Revista Voluntad Hidráulica*, Cuba. Número Especial: “40 Aniversario de la institución”: pp.61-65
- LEÓN, Guillermo (1990), “La Zanja Real, Primer Acueducto de La Habana”, *Revista Voluntad Hidráulica*, núm. 83, pp. 26-40. INRH, Ciudad de La Habana, Cuba.
- MELVILLE, Roberto (1996), “El abasto de agua a las grandes ciudades y la agricultura de riego”, en *Apropiación y Usos del Agua. Nuevas líneas de investigación*, UACH, Chapingo, México, pp. 53-64.
- FERNÁNDEZ y Simón A. (1950), *Memoria histórico-técnica de los acueductos de la Ciudad de La Habana*, pt. 1 INRH, La Habana, Cuba, p.v. (inédito).
- STANIMIROV, Stanimir (1966), “Abastecimiento de Agua para la Gran Habana”, *Revista Voluntad Hidráulica* núm. 10. pp. 51-63. INRH. La Habana, Cuba.

FRONTERAS DE AGUA: EL ABASTO A LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSÍ

FRANCISCO PEÑA

INTRODUCCIÓN

Varias ciudades del centro y norte de México, como San Luis Potosí, enclavadas en la parte más seca del país, convocan particular interés en los problemas de abasto de agua que enfrentan debido a que registran altos índices de crecimiento demográfico y económico y por lo tanto mayores riesgos por la menor disponibilidad de aguas superficiales. A lo largo del siglo XX, San Luis Potosí experimentó diversos esquemas para llevar el agua potable: la concesión del servicio a una compañía privada; la administración por parte de un organismo centralizado del Poder Ejecutivo Estatal y los sistemas en manos de entidades municipales centralizadas y descentralizadas. Durante poco más de 20 años, desde septiembre de 1938 —cuando el gobierno del estado compró el sistema a la Compañía Anónima de Aguas de SLP (Empresa de Aguas S.A.)— la red y el servicio estuvieron por completo en manos del Departamento de Abastecimiento de Aguas de San Luis, dependiente de la tesorería del gobierno estatal.¹ Mediante un decreto, el 15 de abril de 1959 el Poder Ejecutivo Estatal entregó al Ayuntamiento de San Luis Potosí “los bienes destinados al abastecimiento de agua” de su población, con la finalidad de que se encargara “en lo sucesivo, como una función pública municipal, de su administración, distribución, extensión, mejoramiento y demás actos accesorios propios de tal servicio”. En los últimos 45 años, el ayuntamiento enfrentó la nueva responsabilidad de maneras distintas, constituyendo organismos municipales diversos² y a menudo experimentando la intervención del gobierno estatal que por momen-

¹ *Periódico Oficial del Gobierno del Estado Libre y Soberano de San Luis Potosí*, núm. 33, 23 de abril de 1959.

² Para una historia detallada de cada uno de esos organismos, consultar Alcalde, 2003.

tos significó, en los hechos, el acotamiento radical de las atribuciones municipales.

La cesión de los bienes que conformaban la red de agua potable y el traslado explícito al ayuntamiento del servicio de abasto, se presentaron en un contexto marcado por el rezago de la capacidad del sistema existente, frente a las demandas crecientes de la ciudad, que al inicio de los años sesenta concentraba a 129 mil, de los 155 mil habitantes del municipio. En los años inmediatamente anteriores, las actas de las sesiones del cabildo abundan en datos sobre las demandas de nuevas fuentes de abasto ante la contaminación de las norias y los ríos, y los volúmenes de agua insuficientes obtenidos de los pozos profundos existentes.³

El comienzo de los años sesenta marcó el momento de inflexión a partir del cual el abasto de líquido de la ciudad de San Luis Potosí se realiza en forma creciente y acelerada con aguas subterráneas. En 1960, de cada 100 litros disponibles en la red de agua potable, 60 provenían de las corrientes superficiales y 40 de aguas subterráneas. En los años setenta la proporción se había invertido. Al empezar el siglo XXI, solo 8 de cada 100 litros de la red municipal provienen de fuentes superficiales. Este será el momento en que se prepara el cruce de una segunda frontera de agua: ir del uso de las aguas superficiales (el río Santiago y otros afluentes intermitentes en el valle) y las que se extraen del acuífero más superficial mediante norias con pozos de poca profundidad, a las aguas del acuífero profundo.

Este cambio ha sido el factor determinante para construir lo que diversos actores identifican en la actualidad como una amenaza ambiental: la situación de extrema fragilidad del acuífero por su abatimiento y los signos de deterioro que muestra en la calidad de sus aguas. Este trabajo tiene como objetivo documentar este proceso, concentrándose en la situación del acuífero debido a que permite entender los retos socioambientales que enfrenta el abasto de agua a la ciudad y, por lo tanto, permite identificar los desafíos que enfrenta el organismo encargado del abasto. Llamo la atención sobre el dilema que juzgo más importante: ¿debe permitirse que la demanda de agua de la ciudad crezca indefinida e incontroladamente o es necesario ejercer mecanismos de regulación

³ Véase Zetina, 2003, "Informe de la revisión de las sesiones del cabildo de San Luis Potosí: 1930-1950", manuscrito, Proyecto FMSLP-2002-C01-4836.

que garanticen las buenas condiciones ambientales del acuífero a largo plazo?, ¿qué tipo de mecanismos de regulación deben establecerse y cómo ejecutarlos? Como veremos, es sobre la base de ese dilema que la ciudad ha construido diferentes artificios como el reciente acueducto que está en marcha para traer agua de la presa El Realito.

Este ensayo está dividido en cuatro secciones. En la primera se describe en forma general la organización actual del sistema de abasto; en seguida explicamos brevemente las características del acuífero; en la tercera parte se analiza por qué el futuro del acuífero ha quedado indisolublemente unido al estilo de crecimiento urbano de la ciudad de San Luis Potosí. En la cuarta sección evaluamos el impacto que sobre el acuífero tiene el estilo de crecimiento económico de la ciudad. Al final, ofrecemos algunas conclusiones.

EL ORGANISMO DE ABASTO DE AGUA EN SAN LUIS POTOSÍ

En la actualidad, el abastecimiento de agua urbana a la ciudad de San Luis Potosí, es responsabilidad del Organismo Intermunicipal Metropolitano de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Servicios Conexos de los Municipios de Cerro de San Pedro, San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez (Interapas). En el marco de la Ley de Agua Potable del estado, publicada en enero de 1996, el Interapas se constituyó por decreto en agosto de 1996 e integró a los organismos operadores municipales existentes: Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Municipio de San Luis Potosí (SIAPAS), Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Soledad de Graciano Sánchez (COAPAS) y la Oficina Administradora del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Cerro de San Pedro. La característica distintiva del Interapas es que asume la prestación del servicio en forma intermunicipal, a diferencia de sus antecedentes.

El carácter intermunicipal de este organismo reconoció dos hechos fundamentales: por una parte, que la ciudad de San Luis ha terminado constituyendo una sola área urbana con la cabecera municipal de

Soledad de Graciano Sánchez y, por lo tanto, su red de abastecimiento rebasa el marco municipal; además, responde al hecho que los tres municipios señalados⁴ tienen como principal fuente de abastecimiento el mismo acuífero.

El Interapas tiene personalidad jurídica como organismo municipal descentralizado, encabezado por un Director General. La ley de agua potable, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales, de diciembre del 2001, incorporó algunas modificaciones en sus atribuciones y órganos constitutivos. A partir de esa fecha se formó la Junta de Gobierno que vino a sustituir al anterior Consejo de Administración y se estableció también un Consejo Consultivo. El Consejo Consultivo tiene características deliberativas y se concibe como el espacio que recoge las inquietudes de los distintos actores que reciben agua del sistema; está formado por representantes de organismos, sectores sociales o grupos de población, sin que exista un criterio claro sobre los organismos o grupos que han sido tomados en cuenta. Actualmente forman parte del Consejo la universidad estatal, los jubilados, distintos organismos empresariales, comerciales y de servicios —hoteles, moteles—, clubes deportivos, la industria de la construcción, empresas inmobiliarias y consumidores domésticos de cada uno de los tres municipios.

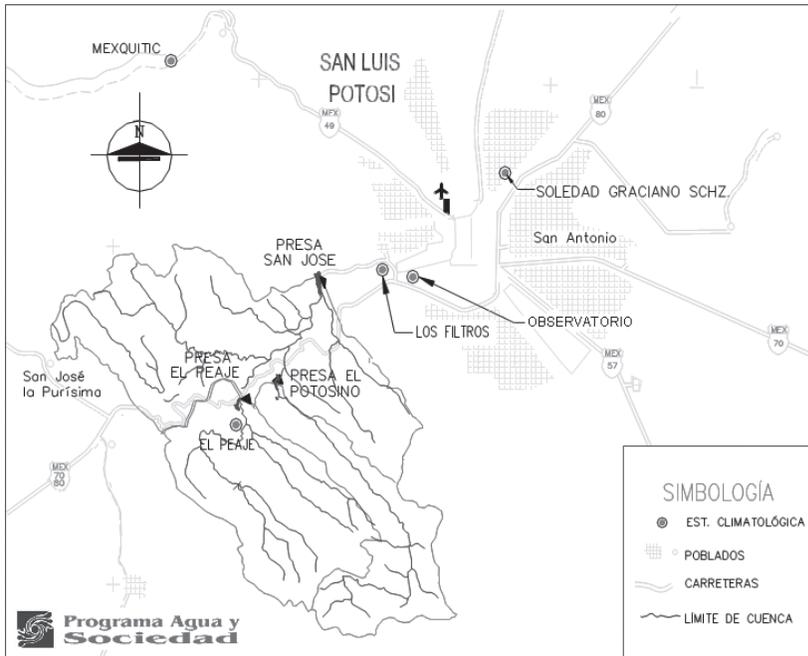
La Junta de Gobierno está formada por los tres presidentes municipales, un representante de la Comisión Estatal del Agua, un representante por cada tipo de uso del agua de la red (doméstico, comercial e industrial) y tres representantes del Consejo Consultivo. En la actualidad el alcalde de San Luis Potosí funge como el presidente de la Junta de Gobierno.

Para abastecer a los municipios, el Interapas utiliza aguas superficiales y, sobre todo, un sistema de pozos profundos que extraen el agua del acuífero del valle de San Luis Potosí. Las fuentes superficiales son un sistema de tres vasos que regulan el escurrimiento del río Santiago y sus afluentes: las presas El Peaje, El Potosino y San José. De esta última se envía el agua a las dos plantas potabilizadoras existentes: Filtros I (240 litros por segundo [lps]) y Filtros II (30 litros por segundo [lps]). De las tres, la presa San José es la principal fuente de abastecimiento

⁴ Del mismo acuífero se abastecen también los municipios de Mexquitic de Carmona y Villa de Zaragoza.

superficial. Con más de un siglo de vida, se localiza sobre el cauce del río del mismo nombre a unos 8 kilómetros al poniente de la ciudad (figura 1).

FIGURA 1. PRESAS QUE ABASTECEN LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSÍ.



En los últimos diez años se han realizado estudios para incrementar los aprovechamientos superficiales de aguas de primer uso. Se ha realizado ya una parte de ellos que consistió en aumentar la capacidad de embalse de las presas que se localizan en la parte alta de la cuenca, antes de la Presa San José. En los últimos cinco años, se avanzó parcialmente en la construcción de un sistema de plantas de tratamiento para aguas municipales cuyo objetivo es sanear el valle y proporcionar agua de mejor calidad para la reutilización en el riego agrícola y de jardines públicos, con el propósito de disminuir la competencia por el agua limpia destinada a consumo doméstico. Tres de esas plantas están bajo la responsabilidad del Interapas y el resto serán operadas bajo la

supervisión de la Comisión Estatal del Agua (CEA); la planta del Tanque Tenorio, destinada a enviar aguas tratadas a la termoeléctrica de Villa de Reyes, es la principal obra proyectada, aunque ha tenido un rezago de varios años en su construcción.⁵ Hasta hoy, el crecimiento de la demanda de agua doméstica, industrial y de servicios se ha cubierto con el incremento de la extracción de aguas subterráneas, una parte de ella al margen de las concesiones de la Comisión Nacional del Agua (Conagua) CNA.

El Interapas tiene la concesión de 85 millones de metros cúbicos al año, que extrae de 118 pozos, los cuales proporcionan globalmente un promedio de 2 700 litros por segundo (Booz-Allen & Hamilton, 2000). Alrededor de un 10 por ciento de los pozos se encuentran fuera de operación por motivos diversos: mantenimiento, rehabilitación o sustitución. Los pozos tienen profundidades que fluctúan entre 140 y 550 metros. El aumento en la profundidad de los pozos es señalado como el indicador más claro del abatimiento sufrido por el acuífero (Monsiváis y Rodríguez, 2001), aunque otros especialistas (Carrillo-Rivera, 1992) afirman que más bien se trata de un indicador del mal manejo en el diseño, perforación y localización de los mismos, pues al concentrarse en el centro del territorio urbanizado, han favorecido un aumento en el cono de abatimiento, lo que proporciona un dato distorsionado. En esas condiciones, el principal reto ambiental es garantizar a la ciudad un abasto seguro de agua de buena calidad, protegiendo el acuífero, su fuente principal.

En la administración del abasto, el Interapas enfrenta problemas diversos como organismo operador. A mi juicio los más importantes son, por una parte, los altos niveles de pérdida de agua en la conducción, que se calcula hasta de un 40 por ciento debido al deterioro de la red y, por la otra, el abastecimiento heterogéneo en cantidad y calidad pues existen sectores relativamente bien abastecidos, frente a colonias completas con entrega irregular del agua o serios problemas de contaminación por filtración de la red de saneamiento u otros motivos semejantes.

⁵ Del sistema de plantas previsto bajo la dirección de la CEA, se encuentra en operación la de Tangamanga II, cuyas aguas tratadas están destinadas a riego agrícola, pero que ha sido motivo de distintos conflictos con los campesinos. Interapas es responsable de la de la zona industrial (25 lps); la del Club de Golf Campestre (32 lps) y la de Infonavit Los Cactus (25 lps).

Datos del 2000 reconocen que un 40 por ciento de la población tiene abasto irregular durante el estiaje, la mayor parte bajo el régimen de tandeo. Casi un diez por ciento de la población requiere del servicio de carros-cisterna, porque durante la temporada de secas deja de recibir por completo agua entubada (Booz-Allen & Hamilton, 2000). Es importante subrayar que la ciudad como sistema hidráulico se ha revelado -en todo el mundo- con altas ineficacias. La propia escala marca muchos de esos problemas como es el de las fugas en la red, la medición del abasto y la contaminación del agua. Se trata de una construcción ingenieril grande, que acumulan “capas” tecnológicas heterogéneas.

Los directivos del Interapas atribuyen esta situación a la escasez de recursos financieros para invertir en ampliar, reponer y dar mantenimiento a la infraestructura de abasto que se traduce en pozos fuera de operación o baja presión en algunas partes del sistema. Esta carencia de dinero se debe, dicen, a la poca eficiencia en la medición y el cobro del servicio y al rezago en las tarifas, que se traducen en las finanzas magras del organismo operador. Se trata de explicaciones polémicas, pues simultáneamente, la sociedad local ha conocido a través de los medios de comunicación diversos casos en los que los mismos directivos del Interapas han otorgado exenciones de pago a grandes consumidores como empresas comerciales transnacionales y compañías constructoras de fraccionamientos. Estas denuncias están todavía en litigio y ninguno de los señalados como responsables ha recibido sanción alguna. También existen evidencias de que las tarifas de cobro no reflejan el uso del agua. Según datos del 2000 (Booz-Allen & Hamilton), una importante cifra de tomas registradas como domésticas son de uso comercial o industrial, por lo que estarían pagando tarifas inapropiadas.

En cuanto a la medición del consumo, un estudio encargado por el propio organismo afirma que en 1998 existía una medición confiable en el 60 por ciento de los usuarios domésticos, el 50 por ciento de los usuarios comerciales, menos del 40 por ciento de los usuarios industriales y sólo un 30 por ciento de los servicios públicos. Debido a los volúmenes de aprovechamiento de los servicios industriales y públicos, una medición deficiente tiene un impacto mayor al momento de calcular la extracción del acuífero (Demm Consultores, 1998).

El Interapas ha estado sujeto, desde su nacimiento, a las vicisitudes de la vida política de la capital y del estado. Debido a la sensibilidad pública por el servicio que ofrece, la conducción del organismo se vuelve fácilmente motivo de disputa electoral que se traduce en la poca duración del director en turno. Esta circunstancia distorsiona parcialmente lo que ocurre en su interior, pues la rotación frecuente de sus directivos genera una inestabilidad poco útil para realizar sus objetivos. Sin embargo los problemas de fondo de este mismo organismo tienen otro origen: por una parte existe un grave deterioro acumulado en la infraestructura del sistema de distribución, que viene desde los años 50, cuando el municipio dejó de reparar la red existente, para concentrar los recursos financieros en su ampliación, debido a la demanda que ocasionaba el explosivo crecimiento de la población y la superficie urbana. Por otra parte, la fuente principal de agua ha empezado a manifestar condiciones ambientales difíciles, que se traducen en términos operativos en la mayor profundidad de los pozos e incluso en el agotamiento de algunos de ellos, que deben ser sustituidos. Esta condición debiera obligar a un manejo más eficiente de los volúmenes extraídos, cuando menos con dos medidas básicas: la disminución de las fugas en la red y la reutilización del agua.

Sin embargo, es difícil que estas medidas puedan ponerse en práctica mientras la demanda de nuevo abasto siga creciendo al ritmo que lo ha hecho en los últimos 15 años, pues obliga a mantener la dinámica actual: dirigir los pocos recursos financieros disponibles a la creación de nueva infraestructura, dejando que la existente se deteriore cada vez más. Social y políticamente es imposible que la inversión necesaria para el mejoramiento de la red se recupere en lo inmediato de los consumidores, por un nuevo esquema de tarifas del organismo. Como sucede en muchos otros países, el Interapas ajusta sus tarifas de agua considerando lo que es socialmente posible y políticamente aceptable, cuidando de no generar conflictos sociales por ese motivo. Algunos funcionarios estatales propusieron que una parte de la red de distribución sea privada, en particular abastece a algunas de las colonias de clases medias-altas y altas al poniente de la ciudad, con el argumento de que esa población podría pagar tarifas más altas por el servicio. De esa manera, afirman, el Interapas dejaría de ocuparse de esos segmentos, dirigiendo sus recursos

a mejorar las secciones de la red que llegan a las colonias populares. Por el momento, se trata de una propuesta sometida a discusión y estudio, aunque algunas empresas francesas han cabildeado con el actual gobierno estatal, con el fin de participar de un esquema de inversión privada en el servicio.

Las consecuencias ambientales que ha tenido la extracción de agua para la ciudad, es aún más difícil de manejar por el Interapas. Es un organismo que en la práctica no tiene injerencia alguna sobre la definición de los usos del suelo, aunque los reglamentos vigentes piden su opinión sobre la disponibilidad de agua para servicio doméstico en la construcción de nuevos fraccionamientos. En los hechos se ha vuelto un mecanismo poco útil para regular el crecimiento de la demanda e incluso para orientarlo de acuerdo a los planes de crecimiento de la red. En algunos sectores de la población y de la clase política existe la percepción de que la influencia de los fraccionadores urbanos y las compañías constructoras en el Interapas es tal, que les permite fácilmente burlar cualquier control. En ese contexto se construyó y está a punto de concluirse la obra que trasvasará agua de la cuenca del río Santa María, almacenada en la presa El Realito, al valle de San Luis Potosí para aprovisionar a la ciudad de un metro cúbico de agua por segundo. Con la extracción de agua de otra cuenca, la ciudad habrá traspasado una nueva frontera de abastecimiento.⁶

Con el propósito declarado de realizar acciones para proteger el acuífero, se formó el Comité Técnico de Aguas Subterráneas de San Luis Potosí (Cotas). El Interapas forma parte del Cotas y su titular funge como vicepresidente de ese organismo civil. Pese a su importancia como concesionario de la mayor extracción del acuífero, la participación del Interapas en el Cotas ha sido de bajo perfil, aunque los integrantes del comité han ganado con dificultades y poco a poco, mayores márgenes de autonomía para el análisis de los problemas que enfrenta el acuífero y la formulación de algunas medidas. Los dirigentes actuales del Cotas reconocen que el principal uso del acuífero es para abastecimiento urbano y por tanto cualquier medida que se adopte para su regulación debe contemplar el compromiso del Interapas como actor fundamental.

⁶ Ing. Chávez Guillén, presentación de la situación de las aguas subterráneas, El Colegio de San Luis, 2004.

CARACTERÍSTICAS DEL ACUÍFERO

Legalmente,⁷ el acuífero del valle de San Luis Potosí abarca 1980 km² y se localiza en la parte suroccidental del estado del mismo nombre. Comprende parcial o totalmente los Municipios de San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez, Mexquitic de Carmona, Cerro de San Pedro y Villa de Zaragoza. Esta área es atravesada por las sierras de San Miguelito al poniente y sur poniente, y de Álvarez al oriente; las cuales marcan los contornos de la planicie denominada Valle de San Luis Potosí, que se une al sur con la planicie Jaral de Berrios-Villa de Reyes. El área conurbada de la capital estatal se localiza en la parte central del acuífero y ha empezado a ocupar las partes bajas de la pared oriental de la sierra de San Miguelito (figura 2)

Los geohidrólogos distinguen dos cuerpos: un acuífero somero y uno profundo (Carrillo-Rivera, 1992). El somero tiene un espesor que va de 5 a 40 m (Comisión Nacional del Agua, 1996). Debido a su poca profundidad, su comportamiento es muy dinámico y registra niveles de contaminación en su composición química (Carrillo-Rivera y Armienta, 1990). El acuífero profundo, cuyo límite superior se localiza entre 100 y 150 metros de profundidad, es actualmente aprovechado a través de pozos que alcanzan hasta 400 m. El acuífero profundo está confinado en el centro de la cuenca, por una capa sedimentaria poco permeable, lo que favorece su protección de fuentes de contaminación externas. Martínez (1997) estimó para 1995 una extracción de 110.273 mm³ por año y una recarga de 73.6 mm³ al año. Esto significaría que el acuífero tiene un déficit de 36.66 mm³ por año. Por su parte, la Comisión Nacional del Agua afirma que el déficit es un poco mayor, de 42.5 mm³ al año.⁸

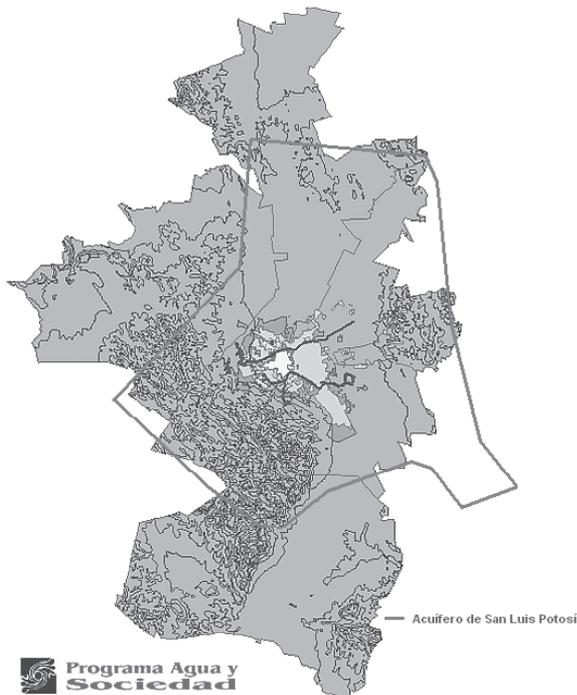
El abastecimiento doméstico solo puede realizarse con agua del acuífero profundo, debido a que la calidad del agua del acuífero somero es inapropiada para el consumo humano debido a su contaminación con coli-

⁷ Para efectos de este trabajo, tomamos la delimitación del acuífero marcada en el Acuerdo publicado el 31 de enero de 2003 en el *Diario Oficial de la Federación*. Debemos anotar que se trata de una convención legal, pues el acuífero está poco estudiado y su delimitación precisa es tema de litigio entre los geohidrólogos, una buena parte de ellos convienen en aceptar que los acuíferos de San Luis y de Villa de Reyes, son secciones del mismo cuerpo subterráneo.

⁸ *Diario Oficial de la Federación*, 31 de enero de 2003.

formes, nitratos y algunas otras sustancias de origen industrial. El acuífero somero ha sido contaminado por las infiltraciones domésticas de aguas residuales, así como por las descargas de aguas industriales que por años fueron conducidas en canales a cielo abierto hacia el Tanque Tenorio y utilizadas para riego en las zonas agrícolas de Soledad de Graciano Sánchez y San Luis Potosí. También son fuentes probadas de contaminación los basureros a cielo abierto, la degradación de la materia orgánica de las aguas negras (Gallegos, 2002; Ramos, Martínez y Castro, 2005); las descargas residuales industriales y los lixiviados de los tiraderos clandestinos (Carrillo-Rivera y Armienta, 1990; Ramos, Martínez y Castro, 2005).⁹

FIGURA 2. LOCALIZACIÓN DEL ACUÍFERO Y LA MANCHA URBANA.



⁹ A mediados de los noventa en la zona industrial de la ciudad, cerca del acceso principal a la delegación de Pozos, se detectó una fuente de contaminación por nitratos mayor a 1000 partes por millón, lo cual es altísimo frente a los parámetros permitidos. Las autoridades ambientales afirman que ese problema está controlado.

Diversos estudios han registrado que el acuífero profundo presenta contaminación de origen natural por fluoruro (Cardona y Carrillo-Rivera, 1995 y 1996). Las altas concentraciones de flúor se deben a las corrientes subterráneas de flujos verticales de agua termal de origen regional. Monitoreos oficiales y de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, indican que en el 65 por ciento de los pozos de abastecimiento para la zona conurbada de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez, el flúor rebasa el nivel de concentración máxima permisible para consumo humano que es de 1.5 mg por l (NOM-127-SSA 1-1994). Este contaminante ha ocasionado problemas de fluorosis dental entre la población y es posible que favorezca también casos de fluorosis esquelética en la edad adulta (Díaz Barriga, 2000)

UN ACUÍFERO DOMINADO POR LA CIUDAD

Aunque los discursos políticos con frecuencia responsabilizan a la agricultura por las dificultades de abastecimiento de agua a la ciudad y por los crecientes niveles de abatimiento del acuífero del valle, no cabe duda que desde hace mucho tiempo el de San Luis Potosí es un acuífero urbano, por varias razones:

- a) El mayor volumen de extracciones se destina a usos urbanos (consumo doméstico, funcionamiento de la red municipal, usos industriales y abastecimiento de comercios y servicios).
- b) Una superficie importante del acuífero se localiza bajo la mancha urbana, de tal forma que su condición está directamente afectada por la dinámica y el tipo de crecimiento de la ciudad: la invasión de sus posibles áreas de recarga, los riesgos de contaminación y la ubicación de la infraestructura de extracción y monitoreo son algunos de los aspectos en que esa afectación se manifiesta de manera clara.
- c) La ciudad como unidad, a través de sus organismos de administración y de los organismos de representación sectorial de sus diversos actores, se ha convertido en el factor socio-político más influyente para definir el tipo de aprovechamiento que se hace del acuífero y, sobre todo, ha marcado la prioridad de uso del líquido.

Por lo anterior, la caracterización económica y socio-política de las condiciones en que se encuentra el acuífero debe considerar como un punto fundamental la dinámica urbana en la región, para comprender los impactos que sufre el acuífero y los escenarios que pueden vislumbrarse. La situación que guarda el acuífero es producto del tipo de desarrollo urbano que se promueve. A continuación analizamos dos aspectos: la dinámica demográfica y el ritmo de crecimiento de la superficie urbana.

El aumento de población en la región abastecida por el acuífero es un indicador de las modificaciones registradas en la demanda. En el caso de SLP, el dato más significativo es la velocidad de concentración urbana que se registró durante la segunda mitad del siglo XX. El crecimiento total municipal en número de habitantes puede verse en el cuadro 1.

CUADRO 1. TOTAL DE HABITANTES POR MUNICIPIO.

<i>Municipio</i>	1950	1960	1970	1980	1990	2000
Cerro de San Pedro	3032	2105	1975	1938	2274	3404
Soledad de Graciano Sánchez	10208	12591	29061	64414	132979	180296
San Luis Potosí	155238	193670	267951	406630	525733	670532
Subtotal	168478	208366	298987	472982	660986	852713
Población estatal, SLP	856066	1048297	1281996	1673893	2003137	2299360

Fuente: INEGI y Dirección General de Estadística, Secretaría de Industria y Comercio

Los datos muestran que dos de los tres municipios que se abastecen del acuífero a través del Interapas registraron un crecimiento demográfico acelerado en la segunda mitad del siglo XX, el más alto de todo el estado. Cerro de San Pedro sigue siendo un municipio pequeño, que más bien se despobló y apenas ha recuperado el número de habitantes que tenía en 1950. Como puede verse, entre 1950 y 1970, la población del municipio de San Luis Potosí creció un promedio de 30 por ciento anual. De 1970 a 1980 ese municipio registró un salto importante, la población aumentó en más de un 50 por ciento para alcanzar los 400 mil habitantes. Sin embargo, es más significativa todavía la concentración de la población en las cabeceras municipales de San Luis y Soledad

de Graciano Sánchez, que originó la conurbación de ambas ciudades y el incremento vertiginoso de la demanda de servicios de agua de una sola mancha urbana.

Si se compara el total de habitantes de los tres municipios con la población estatal, vemos que la región abastecida por el acuífero pasó de tener el 19 por ciento de la población estatal, al 38 por ciento en el año 2000. En la actualidad, cuatro de cada 10 potosinos dependen del abastecimiento del acuífero de SLP.

El cuadro 2 muestra la población que vivía en la ciudad de San Luis y en la —a partir de 1970— ciudad de Soledad. Al compararlo con los datos del cuadro 1 podemos ver que respecto a 1950, para 1970 la población total del municipio potosino creció en más de 100 mil habitantes. En ambas fechas, la ciudad era el lugar de residencia de todos, con excepción de entre 20 a 30 mil personas; es decir, el crecimiento neto de habitantes del municipio de San Luis se concentró en el área urbana. Esta concentración en la capital del estado se moderó parcialmente entre 1980 y 1990. Pero en esos mismos años, la población urbana de la cabecera municipal de Soledad de Graciano Sánchez creció tres veces. El resultado fue la metropolización de San Luis Potosí.

CUADRO 2. TOTAL DE HABITANTES URBANOS.

<i>Ciudad</i>	<i>1950</i>	<i>1960</i>	<i>1970</i>	<i>1980</i>	<i>1990</i>	<i>2000</i>
Soledad de Graciano Sánchez	5 556	6 017	9 622	49 173	123 493	169 574
San Luis Potosí	129 002	164 360	230 039	362 371	489 238	629 208
Total	134 558	170 377	239 661	411 44	612 731	798 782
Total población urbana estatal	260 452	352 611	499 994	786 028	1 125 023	1 346 029

Fuente: INEGI y Dirección General de Estadística, Secretaría de Industria y Comercio

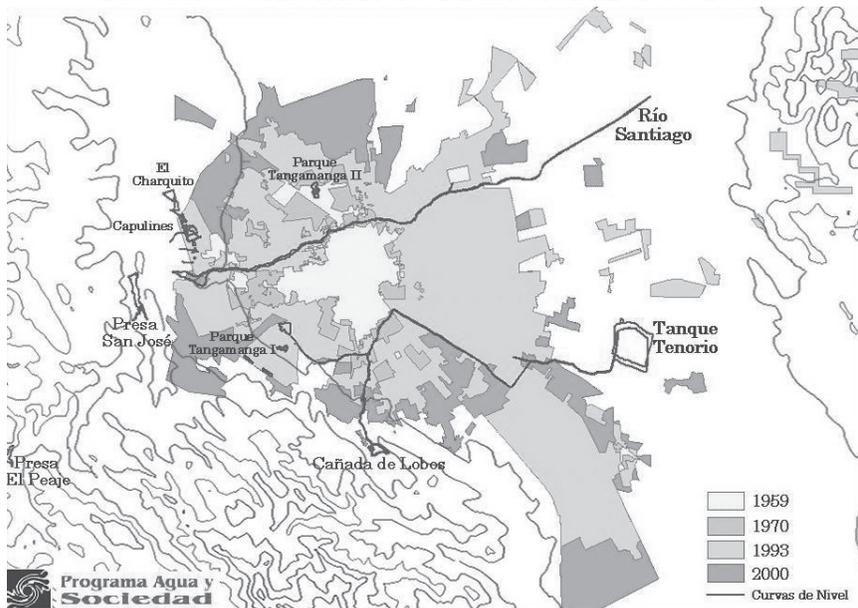
Uno de cada dos habitantes urbanos del estado de San Luis Potosí, vive en la región del acuífero estudiado aquí. La concentración demográfica en un continuo urbano significó demandas adicionales no solo para abastecer los usos domésticos, sino también para mantener la propia operación del sistema de abasto, sobre todo para poder garantizar la presión necesaria para llegar a lugares cada vez más distantes. Significó

también la construcción acelerada de infraestructura para conducir el agua. Las condiciones en que estas obras fueron realizadas —sin planeación y con escasos recursos— aumentaron el riesgo de fugas en la red al privilegiar la inversión en las extensiones reclamadas, y relegar a un segundo plano la rehabilitación de las secciones más antiguas del sistema.

La ciudad no solo creció en número de habitantes, también en superficie. Esta situación volvió muy compleja la construcción de la red de abasto y repercutió en debilidades de conducción que se han intentado resolver de manera parcial con el incremento de la disponibilidad de líquido. El crecimiento físico más importante de la ciudad, ocurrió simultáneamente con la quiebra de las finanzas públicas federales (1982-1986), luego del mayor endeudamiento externo registrado. Esa quiebra de las finanzas públicas significó la caída de las aportaciones federales en la infraestructura municipal de San Luis Potosí.

A partir de los años cincuenta y sobre todo a partir de la década del setenta, la superficie urbana se multiplicó con rapidez. De 1960 al 2000, la superficie urbana creció de 1 760 hectáreas a 14 mil hectáreas (véase figura 3). A ese fenómeno contribuyó el éxito de la diversificación e intensificación industrial que experimentó la ciudad, así como la implantación durante las dos últimas décadas de diversas empresas de servicios. A su expansión contribuyó también el cambio de su patrón de crecimiento de radial concéntrico a polinuclear (Moreno Mata, 1992). Por una parte, se decidió acondicionar zonas industriales para fomentar la llegada de inversión al sector. Por otro lado, a medida que las nuevas empresas se fueron instalando, la ciudad se convirtió en destino de nuevas familias que buscaban trabajo y por lo tanto se estimuló la creación de vivienda, bajo el formato de fraccionamientos y venta de lotes para construcción de vivienda popular. Esto se vio reflejado en la proliferación de colonias para trabajadores a partir de los años 70 y particularmente entre los 70 y mediados de los noventa y en la aparición de nuevas zonas habitacionales para clases medias y medias altas. En la figura 3 puede verse que la propia ubicación de la primera zona industrial al sureste de la ciudad, orientó el crecimiento de la superficie urbana.

FIGURA 3. CRECIMIENTO DE LA CIUDAD 1959-2000.



Una parte de la superficie urbana creció sobre terrenos baldíos. Otra sección significativa lo hizo desplazando los cultivos. El cambio del uso del suelo significó la intensificación en la demanda de agua y la ciudad sumó nuevos artificios como construcción hidráulica: el asfalto modificó tanto la infiltración como los escurrimientos y la evapotranspiración. Mientras la mayoría de los cultivos anteriores requerían agua en forma cíclica, los nuevos usos del suelo (industrial, habitacional y comercial) demandan agua en volúmenes constantes y con abastecimiento permanente. Adicionalmente, el uso doméstico reclama agua de la mejor calidad y por lo tanto demandó nuevas extracciones del acuífero, mientras que una parte de la agricultura se desarrolló con aguas de menor calidad e incluso con aguas residuales. A título de ejemplo podemos anotar los nuevos pozos abiertos para abastecer exclusivamente a las principales colonias residenciales del poniente de la ciudad edificadas entre 1985 y el 2000: el pozo Lomas I, abierto en 1987, actualmente su profundidad es de 300 metros y su aportación de 32 litros por segundo (lps) durante las 24 horas del día; el de Lomas II, a una profundidad de 350 metros, con una aportación de 31 lps. El pozo Lomas III también empezó ope-

raciones en 1990, tiene 400 metros de profundidad y aporta 400 lps las 24 horas del día. El pozo Lomas IV, se abrió en 1993 a 550 metros de profundidad y aporta de 36 lps al día.

El crecimiento de la población y de la superficie urbana significó un cambio radical en el abasto de agua. La ciudad pasó del aprovechamiento de aguas superficiales y del acuífero somero antes de 1950, a la dependencia creciente y acelerada del acuífero profundo. A fines del siglo XIX, las redes de abasto seguían dependiendo fundamentalmente de las aguas superficiales. Durante la primera mitad del siglo XX, una parte de la población se abastecía directamente de norias que eran utilizadas simultáneamente para el riego de huertas y el uso doméstico. Para 1960, de cada 100 litros disponibles en la red de agua potable, 59 provenían de aguas superficiales y 41 del acuífero (Stretta y del Arenal, 1960). Actualmente 92 litros de cada 100 de la red urbana son de aguas subterráneas y solo 8 provienen de aguas superficiales. Con la conquista de la frontera extra cuenca, ahora la ciudad extrae y bombea la tercera parte del agua que dispondrá para su crecimiento, abriendo el camino para nuevos acueductos y trasvases. En ese aspecto, la ciudad como construcción hidráulica acusa una gran capacidad para mezclar el origen de las aguas. Extrae y desaloja caudales superficiales o subterráneos; convierte en potables fuentes contaminadas y viceversa.

El crecimiento de la superficie urbana de San Luis Potosí es un fenómeno vigente que acusa un renovado dinamismo en la última década. La mancha urbana ha terminado por alcanzar las pendientes de la sierra de San Miguelito, zonas consideradas de recarga del acuífero. Esta situación se ha visto favorecida por el hecho de que la urbanización sigue siendo horizontal y prácticamente no existe aprovechamiento vertical de los predios urbanos en la ciudad. Esto significa que cualquier estímulo a la construcción y a los negocios inmobiliarios, se traduce en un crecimiento directo de la superficie urbana; una dinámica que a corto plazo se traduce en demandas crecientes de agua nueva, del acuífero o por trasvase de otras cuencas. La industria de la construcción y las firmas inmobiliarias registran, desde la década de los sesenta, un crecimiento ininterrumpido.

La concentración de las reservas territoriales urbanas en pocas manos privadas, ha favorecido procesos especulativos que aumentan artifi-

cialmente el precio de los predios urbanos e incentivan la construcción de nuevos fraccionamientos, aunque los anteriores permanezcan semivacíos. En esas condiciones, los planes de crecimiento de los servicios de abastecimiento de agua, son superados casi de inmediato. Producto de un crecimiento urbano especulativo, San Luis Potosí lleva medio siglo de crecimiento no regulado de la demanda urbana de agua, que se ha convertido en la principal amenaza a la estabilidad del acuífero.

Frente al impacto que tiene sobre el acuífero un crecimiento semejante, en varias ocasiones la prensa local ha publicado ejemplos de la falta de rigor gubernamental en el cumplimiento de los planes de crecimiento urbano y en las facilidades que otorgan a las principales compañías constructoras, quienes generalmente tienen una influencia política significativa en los gobiernos estatal y municipal. Solo a título de ejemplo de la incongruencia que puede manifestarse entre la fragilidad del abastecimiento de agua y el estilo de desarrollo urbano impuesto en San Luis, actualmente se construye un nuevo campo de Golf sobre la sierra de San Miguelito, el cual se anuncia como símbolo de la importancia que ha ganado la ciudad.

IMPACTOS DEL ESTILO DE CRECIMIENTO ECONÓMICO SOBRE EL ACUÍFERO

El mayor desafío del Interapas como organismo encargado del abastecimiento del agua a la ciudad de San Luis y su área metropolitana, reside en garantizar suficiente la cantidad y calidad apropiada para el consumo humano, en condiciones de alto riesgo ambiental para el acuífero, debido a que los volúmenes y el ritmo de extracción amenazan con agotarlo o dañar su calidad. El reto es muy grande en condiciones de crecimiento urbano constante. Por eso conviene detenernos en el impacto que sobre este proceso han tenido los estilos de crecimiento económico de la ciudad.

El crecimiento demográfico y físico de la ciudad se ha sostenido por las políticas de estímulo estatal y federal a la planta industrial y de servicios que se instaló en San Luis. La agricultura irrigada que se practicó durante muchos años en pequeñas, pero socialmente importantes superficies, ha decaído. Una parte de esos cultivos se abastecían con aguas su-

perfiles, incluyendo las aguas de desecho de la ciudad, así como por un sistema de norias y en menor escala de pozos profundos (Cirelli, 2004).

Los cambios en el uso del suelo extinguieron los huertos que existían al interior de la ciudad. El incremento de los volúmenes de agua destinados al abastecimiento urbano, aumentaron la disponibilidad de aguas residuales para los cultivos. Finalmente, la competencia por el agua de mejor calidad convirtió las norias en abastecedoras exclusivamente de tierras agrícolas y las extracciones del acuífero profundo se destinaron prioritariamente a los usos doméstico, comercial e industrial. Por todas estas razones, actualmente la agricultura periurbana, en particular la campesina y menos tecnificada, utiliza principalmente las aguas de menor calidad y durante muchos años, las parcelas de cultivo han servido como filtro biológico de las aguas de desecho (Cirelli, 2004). Con frecuencia, la agricultura es señalada como la mayor consumidora de agua, sin embargo, en el caso de San Luis Potosí, para fines agrícolas se utiliza principalmente el agua de menor calidad y por tanto no se trata de la principal actividad extractiva del acuífero profundo.

Durante siglos, la actividad industrial dominante en San Luis Potosí fue la minería. Luego del tendido del ferrocarril (1881-1888), la ciudad mantuvo un relativo dinamismo como centro comercial y lugar de paso en varios sentidos, sobre todo en la comunicación entre la ciudad de México y Nuevo Laredo. Al iniciar los años cuarenta, hubo una débil tendencia a la industrialización con la apertura de establecimientos para la manufactura con fibras textiles, beneficio de minerales y explotación de canteras (Moreno Mata, 1998).

Al empezar la década de los sesenta, del siglo pasado, y al calor de las políticas de ordenamiento urbano y fomento federal a la industrialización para el mercado interior, las autoridades estatales decidieron construir en la capital la primera zona industrial del estado (1963). El objetivo declarado fue, por una parte, reubicar la actividad industrial, para concentrar las fábricas lejos del perímetro habitado, y por otra, incrementar y diversificar la planta industrial, incursionando en ramas distintas a la minería.

Veinte años después (1981) el gobierno del estado decidió la construcción de una nueva superficie industrial que nació con muchas dificultades debido a que pocos meses después del decreto, se desplomó la ilusión de

los recursos petroleros como fuente de financiamiento para el desarrollo. Más tarde, a mediados de los noventa, ambas zonas volvieron a manifestar cierto dinamismo con las expectativas creadas por la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte y la ubicación privilegiada de la ciudad en el cruce de la carretera México-Nuevo Laredo. Esos altibajos en el impulso y el estancamiento del crecimiento industrial de San Luis Potosí, se reflejan en la ocupación desigual de ambas zonas industriales y en la relativa obsolescencia de algunos de los servicios que ofrecen.

Los datos oficiales indican que para 2004, en ambas zonas industriales se encontraban operando un total de 326 empresas, medio centenar de ellas consideradas como exportadoras importantes, sobre todo hacia los Estados Unidos y Canadá. En la actualidad la capital estatal genera el 80 por ciento del valor bruto de la producción del estado. Las principales industrias, por su volumen de producción y aportación al producto interno bruto, son de las ramas de alimentos, automotriz, química, textil, papel, acero y metalmecánica. El crecimiento industrial ha convertido a la ciudad de San Luis Potosí en un lugar con una importante oferta de empleo, por encima de la media nacional, aunque su salario industrial promedio está por abajo del promedio nacional. En 1980, San Luis Potosí ocupaba el lugar 12 entre las 20 principales ciudades por su productividad industrial y hoy se encuentra entre las primeras 10 del país.

Las zonas industriales de la ciudad se abastecen por medio de 30 pozos: 26 localizados en diferentes empresas; dos controlados por el Organismo Intermunicipal Metropolitano de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (Interapas); y dos operados por la Comisión Estatal de Agua. El consumo promedio de cada pozo varía de 300 a 700 mil metros cúbicos/año, y aunque no existe un dato oficial, se calcula que suma entre 15 y 17 millones de metros cúbicos al año, alrededor de la quinta parte concesionada al Interapas, como se puede apreciar, un volumen importante.

Pese a que San Luis es una ciudad con gran fragilidad en su abastecimiento de agua, no se aplican lineamientos de política industrial que regulen un crecimiento económico acorde con esa circunstancia. Por el contrario, se permite e incluso fomenta el establecimiento de empresas de alto consumo de agua o de especial riesgo para la calidad

de los efluentes como son las de la industria de papel y cartón, química, cementos y alimentos. Algunas decisiones que se han tomado en la última década podrían revertirse a mediano plazo en contra de la principal fuente de abastecimiento de agua a la ciudad. Es el caso de la autorización para la compañía Minera San Xavier, que se propone extraer oro y plata del Cerro de San Pedro bajo el método de cianuración, pese a los riesgos de contaminación que ese procedimiento significa para el acuífero. Otro ejemplo ha sido la existencia durante décadas de una planta termoeléctrica en el municipio de Villa de Reyes, que se alimenta con extracciones del mismo acuífero.

En el caso de la termoeléctrica, los gobiernos estatal y federal han puesto en marcha un proyecto para entregarle agua municipal tratada por la proyectada planta del Tanque Tenorio, a cambio de que la empresa deje de realizar nuevas extracciones del acuífero. El plan, que se presenta como un buen mecanismo para controlar el abatimiento del acuífero, ignoró que el agua residual municipal tenía usufructuarios desde las primeras décadas del siglo XX: los agricultores de la periferia urbana, en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez (Cirelli, 2004). Esto significó un conflicto de larga duración, debido a que los usuarios agrícolas consideraban afectados sus intereses. El conflicto detuvo por varios años el inicio de la construcción de la planta, finalmente los agricultores y el municipio de Soledad firmaron un acuerdo con el gobierno estatal; pese a ello, es posible que el descontento vuelva a manifestarse cuando la planta esté en operación.

El tipo de crecimiento urbano de la ciudad, impulsado por las compañías constructoras e inmobiliarias que en lugar de añadir valor en el casco ya urbanizado, amplían la superficie urbanizada como mecanismo de especulación con el valor del terreno; así como el asentamiento indiscriminado de nuevas industrias y la operación de otras antiguas que tienen altas demandas de agua y/o niveles significativos de contaminación del líquido, representan una mayor demanda de agua y un reto formidable para el organismo operador. La atención pública se ha desviado hacia una hipotética responsabilidad de la agricultura, pero lo cierto es que para el caso del valle de San Luis, la agricultura es una superficie socialmente importante pero pequeña, que utiliza en una buena parte aguas residuales.

Con el argumento ambiental de proteger el acuífero y “no detener” el desarrollo de la ciudad de San Luis Potosí, las autoridades estatales promovieron —particularmente a partir del año 2000— el trasvase de aguas hacia la ciudad. En eso consistió la construcción de la presa El Realito, con una cortina de 87 metros de altura y el tendido del acueducto de 123 kilómetros que está en marcha y que llevará 1m³/s de agua hacia la capital del estado de San Luis Potosí. Ese volumen significa la tercera parte de lo que actualmente consume la ciudad. En teoría, significará que ya no deba extraerse la misma cantidad de agua que hoy se saca del acuífero. En la realidad se trata de un volumen adicional y ya comprometido aún antes de ingresar en el sistema de distribución: crecieron y se prevé que lo hagan más aún las zonas industriales y los polígonos habitacionales, se cambió el uso de suelo legalmente o por despojo violento para construir vialidades que permitan conectar las nuevas zonas urbanizadas. Como en muchos otros casos, la disponibilidad de volúmenes adicionales de agua se convirtió en un poderoso elemento de valorización de suelo urbano y en incentivo de mayor crecimiento.

Finalmente, como construcción hidráulica la ciudad ocupa un espacio mayor. Desborda sus límites y ocupa, a manera de enclaves, espacios fuera de la ciudad y de la cuenca. Es lo que sucederá con las instalaciones de las plantas de bombeo que se utilizarán para subir el agua los 950 metros de altura que separan la represa del destino final dentro de la ciudad. De la misma manera ocupará un espacio en el municipio de Tierra Nueva para la planta de potabilización. Añadidos los espacios de la propia represa y el acueducto, los sitios para mantenimiento y vigilancia, etc., la ciudad se nos ofrece como una obra hidráulica diseminada en un espacio conquistado.

A MANERA DE CONCLUSIÓN

En la actualidad, el abasto de agua a la ciudad de San Luis Potosí ha terminado articulando fuentes diversas de agua: superficiales de su propia cuenca, subterráneas del acuífero local e importación de aguas de otras cuencas. Algunos de los retos que enfrenta son el producto de procesos anteriores por la coincidencia entre la quiebra de las finanzas

públicas que disminuyeron la inversión en los sistemas de agua potable —y en todos los servicios públicos— justo en los años en que la ciudad crecía más. Esta circunstancia explica parcialmente los rezagos acumulados en la infraestructura de abasto. Otros son más cercanos, como las dificultades de organización que puede tener una agencia de relativa reciente creación como el Interapas, que enfrenta debilidades importantes en sus sistemas administrativos, en particular en lo referente a sus procesos de control para medición y cobro del servicio. Algunos de los errores cometidos en este campo hacen suponer que no se trata solo de inexperiencia administrativa, sino de la influencia que los grandes consumidores pueden ejercer sobre los directivos del organismo operador, para conseguir beneficios como autorizaciones sin fundamento técnico, descuentos en sus pagos e incluso la anulación de sus adeudos. Pero en todos los casos, lo que queremos subrayar es la capacidad de la ciudad de San Luis —y en esto no es más que emuladora de un modelo urbano generalizado— para enfrentar esos retos haciendo más sofisticado el dispositivo hidráulico, traspasando fronteras hidrológicas y cargando los costos, sobre todo los ambientales, en una región más amplia.

Como problema socioambiental de fondo, el abastecimiento de agua a la ciudad se enfrenta al deterioro que manifiesta el acuífero, su fuente principal. No es un fenómeno nuevo ni único. Sucede algo semejante con el abastecimiento de varias ciudades en el país y en el mundo. Para México basta con señalar los casos del Distrito Federal, Monterrey, Hermosillo y Saltillo, como algunos ejemplos de los límites ambientales que tiene la extracción del agua subterránea en ciudades cuyo crecimiento y demanda de más agua parece no tener fin. Pero este problema de fondo no se resuelve, sino se crea otro con el trasvase en marcha. En ese caso opera como un detonador de mayor acumulación y concentración de derechos de agua (para la industria, por ejemplo) adentro de la ciudad.

En estas circunstancias, las acciones para garantizar un abasto seguro de agua a la ciudad de San Luis, rebasan con mucho las disposiciones organizativas para mejorar el funcionamiento del organismo operador y demandan acciones políticas urgentes para reorientar el desarrollo mismo de la ciudad, de acuerdo a las posibilidades de un acuífero que por ahora manifiesta importantes signos de deterioro. Estas decisiones

políticas debieran incluir, por supuesto, el mejoramiento de las redes de abasto existentes, el fomento de la reutilización del agua extraída, la puesta en marcha de proyectos para retener una mayor cantidad de agua superficial, las medidas de saneamiento de toda la cuenca y la búsqueda de recursos financieros indispensables para esas acciones. Pero todos esos planes pueden ser inútiles si a la par no se define y aplica una política industrial preocupada por la conservación del acuífero y se controla la especulación inmobiliaria que desató un crecimiento urbano acelerado y poco sustentable. En el fondo se requiere cuestionar un supuesto de fondo: ¿tienen las ciudades derecho de crecer sin límite, pese a los efectos perjudiciales que pueden generar en su entorno?, ¿se trata de la única obra hidráulica incuestionable?

BIBLIOGRAFÍA

- ALCALDE, Rosario (2003), “La política intergubernamental del servicio de agua potable en San Luis Potosí, SLP. 1989-2002”, tesis de maestría, El Colegio de San Luis, San Luis Potosí.
- BOOZ-ALLEN & Hamilton (2000), *Evaluación integral del Interapas*. Informe final, mecanuscrito.
- CARDONA, Antonio y Joel Carrillo-Rivera (1995), Control, equilibrio-solubilidad en la concentración de fluoruro en el agua subterránea del centro de México, Actas INAGEQ, Vol. 1, 5º, Congreso Nacional de Geoquímica, México.
- , (1996), *Mecanismos naturales de control de fluoruro en sistemas regionales de flujo: Sierra Madre Occidental, México*, Memorias; 3er. Congreso Latinoamericano de Hidrología Subterránea, Asociación Latinoamericana de Hidrogeología Subterránea para el Desarrollo (ALHSUD), San Luis Potosí.
- CARRILLO-RIVERA, Joel y Miguel Ángel Armienta, 1990, *Diferenciación de la contaminación inorgánica en las aguas subterráneas del valle de la ciudad de San Luis Potosí*, San Luis Potosí, México. Geof. Int. 28(4), 763-783.
- , (1992), “The hidrogeology of the San Luis Potosí Area”, México, tesis de doctorado, University of London, Reino Unido.

- CARRILLO-RIVERA, J.J., A. Cardona y D. Moss (1996), "Importance of the Vertical Component of Groundwater flow: A Hydrogeochemical Approach in the Valley of San Luis Potosí, Mexico", *Journal of Hydrology*.
- CIRELLI, Claudia (2004), *Agua desechada, agua aprovechada: Cultivando en las márgenes de la ciudad*, El Colegio de San Luis, San Luis Potosí.
- Comisión Nacional del Agua (1996), Actualización Geohidrológica del Valle de San Luis Potosí, informe inédito, 6 pp. Anexo tabla y planos.
- Demm-Consultores, S.A. de C.V. (1998), Plan maestro para el mejoramiento de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez y Cerro de San Pedro (Interapas), mecanografiado.
- DÍAZ-BARRIGA, Fernando (2000), *Análisis de la contaminación por compuestos tóxicos en el acuífero que abastece a la ciudad de San Luis Potosí*, Cuaderno de Trabajo, Sistema de Investigación Miguel Hidalgo, Querétaro.
- GALLEGOS GONZÁLEZ, Yolanda (2002), "Interpretación hidrogeoquímica del acuífero profundo del valle de San Luis Potosí: Información para una estrategia de abastecimiento", tesis de maestría, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí.
- Organismo Intermunicipal Metropolitano de Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento y Servicios Conexos de los Municipios de Cerro de San Pedro, San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez (Interapas) (1998) (2000), Resultados de análisis de la calidad de las aguas residuales municipales. Canales del Tanque Tenorio.
- _____ (2004), Resultados de análisis de muestras de agua de pozos.
- _____ (2004), Resultados de la calidad del agua residual.
- _____ (2004), Calidad del agua en fuentes de abastecimiento.
- _____ (2005), Estudio de Diagnóstico y Planeación Integral.
- MARTÍNEZ, V. J. (1997), *Actualización del marco geológico del subsuelo del valle de San Luis Potosí*, Folleto Técnico, Instituto de Geología, Universidades Autónomas de San Luis Potosí.
- MONSIVÁIS, Humberto y Berenice Rodríguez (2001), *Condiciones geohidrológicas del sistema acuífero Valle de San Luis*, CNA.
- MORENO MATA, Adrián (1992), "Condiciones de vida y medio ambiente en la zona metropolitana de San Luis Potosí", en *Las*

- Ciudades Medias en México* (memoria), H. Ayuntamiento de Morelia, Morelia.
- _____ (1998), “El impacto socioeconómico de la industrialización en las ciudades medias de México. Los casos de las zonas metropolitanas de Aguascalientes, San Luis Potosí y Toluca”, en Víctor Gabriel Muro, *Ciudades provincianas de México*, El Colegio de Michoacán, Zamora.
- RAMOS LEAL, José Alfredo; Martínez Ruiz, Víctor; Castro Rodríguez, A. (2005), *Vulnerabilidad acuífera e índices de calidad del agua subterránea de los Valles de San Luis Potosí-Villa de Reyes*, Informe Interno (1er. Informe), Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT.
- STRETTA, Etienne y Rodolfo del Arenal (1960), Estudio para el abastecimiento de agua potable para la ciudad de San Luis Potosí, Instituto de Ciencia Aplicada, Sección de Hidrología, UNAM.
- VILLALOBOS, Daniel (1965), *La administración del agua en el estado de San Luis Potosí*, manuscrito.
- ZETINA, Carmen (2003), “Informe de la revisión de las sesiones del cabildo de San Luis Potosí: 1930-1950”, manuscrito, proyecto FMSLP-2002-C01-4836, El Colegio de San Luis, San Luis Potosí.

La sed urbana. La ciudad como construcción hidráulica coordinado por Francisco Peña, se terminó de imprimir el 30 de diciembre de 2013 en los talleres de Offset Rebosán, S.A. de C.V. La formación tipográfica la realizó Página Seis, S.A. de C.V., el cuidado de la edición estuvo a cargo de la Unidad de publicaciones de El Colegio de San Luis. El tiraje consta de 250 ejemplares, más sobrantes para reposición.

