

Prioridades para el fortalecimiento de capacidades institucionales en el subsector de agua potable y saneamiento

Poliopetro Martínez Austria
Alberto Güitrón de los Reyes
Víctor Bourguett Ortiz

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Para identificar los aspectos relevantes de la problemática del aprovechamiento y manejo del agua en México, y formular propuestas de acción en materia de desarrollo de tecnología y formación de recursos humanos, inicialmente con apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), y posteriormente con recursos propios, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) ha desarrollado estudios para el fortalecimiento institucional del subsector agua potable. Este trabajo presenta en primer término un diagnóstico del subsector agua potable y saneamiento en México, a través de identificar y analizar los principales problemas que enfrentan las empresas de agua y saneamiento en el país. Para efectos de su descripción y análisis, la problemática se ha dividido en los siguientes aspectos: a) técnicos y operativos, b) ambientales, c) comerciales y financieros y d) humanos, legales e institucionales. En segundo término, se formulan cuatro estrategias a mediano y largo plazo para fortalecer al subsector desde el punto de vista del desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos, a saber: 1) Elevación de la eficiencia, 2) Implementación de sistemas de tratamiento de bajo costo, 3) Fortalecimiento de la participación privada y social, y 4) Mejoramiento de la gestión financiera. Se proponen finalmente acciones concretas para cada estrategia formulada.

Palabras clave: fortalecimiento institucional, desarrollo tecnológico, agua potable, saneamiento, fortalecimiento de capacidades.

Introducción

Para poder detectar y hacer propuestas en materia de desarrollo de tecnología y formación de recursos humanos para solucionar diversos problemas que enfrenta el país en el aprovechamiento y manejo del agua, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) iniciaron en 1995 el Proyecto de Fortalecimiento Institucional del Sector Agua (Arreguín *et al.*, 1996), para la formación de recursos humanos en investigación y desarrollo tecnológico. El objetivo fue el de contribuir al fortalecimiento integral del sector, reconociendo que debe ser un proceso continuo, en el cual deben participar, entre otras, las dependencias encargadas de la planeación, de la programación, del diseño de políticas y del manejo y regulación del recurso, así como las autoridades locales, las empresas de agua y saneamiento, las instituciones académicas, de investi-

gación y desarrollo tecnológico, y las asociaciones de usuarios.

El proyecto, que empezó en abril de 1995, se inició con entrevistas con diversos funcionarios de las dependencias federales y otras instituciones relacionadas con el sector agua. Con el producto de este trabajo se integró parte de un documento que se revisó en diciembre de 1995. En ese mismo documento se presentan los resultados de una consulta realizada por la Comisión Nacional del Agua (CNA) en julio de 1995 a doscientos especialistas de diversas instituciones académicas y de investigación, con el propósito de integrar líneas de investigación y definir las necesidades de información de la CNA para modernizar los servicios.

El documento así integrado fue enviado a los participantes de la I Reunión de Trabajo para el Fortalecimiento de las Capacidades para el Desarrollo Tecnológico, los Recursos Humanos y la Investigación en el Sector Agua, y discutido en diciembre de 1995. Se re-

visaron las 21 líneas señaladas para la formación de recursos humanos y las 54 identificadas para investigación y desarrollo tecnológico. De acuerdo con la opinión de los participantes, estas líneas quedaron agrupadas en cinco grandes áreas: a) planeación y manejo del agua, b) impacto ambiental y calidad del agua, c) hidrometeorología, d) aprovechamientos hidroagrícolas y e) abastecimiento de agua y saneamiento urbano y rural. El siguiente paso consistió en realizar una reunión por área de especialidad a la que asistieron expertos, para que a partir de un documento base se jerarquizaran dos o tres líneas de formación de recursos humanos en investigación y desarrollo tecnológico que requieren fortalecer el desarrollo de capacidades. En esta misma reunión se convocó a presentar propuestas de proyectos interinstitucionales, a partir de las cuales se conformaría otro documento conteniendo proyectos específicos sobre los requerimientos de apoyo para los próximos cinco años.

El reporte *Consulta de expertos para revisar las acciones de fortalecimiento institucional en agua potable y saneamiento urbano y rural* (Martínez y Güitrón, 1996) fue elaborado como documento base de la discusión sobre el quinto rubro: abastecimiento de agua y saneamiento rural y urbano, que se realizó en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, el 21 de agosto de 1996, y que enriqueció su contenido. A esta reunión acudieron ochenta expertos de instituciones de los tres niveles de gobierno encargadas de la administración del agua, empresas privadas, usuarios e investigadores.

A partir de esa fecha, con la experiencia acumulada del trabajo realizado en ciudades de diversos tamaños y climas en México, así como la organización durante varios años del Curso Internacional de Control Integral de Pérdidas (Ochoa y Bourguett, 1999; Rodríguez *et al.*, 1999), al que asisten colegas de muchos países de Latinoamérica, se ha ido enriqueciendo y confirmando la validez de las líneas definidas en el estudio inicial. Los autores están convencidos de que este documento es una referencia útil para la planeación de acciones en el subsector de agua potable y saneamiento en México y en otros países de la región.

Necesidad de fortalecimiento de capacidades

La Declaración de Nueva Delhi (PNUD, 1990), preparada en la Reunión Consultiva Mundial sobre el Agua Potable y el Saneamiento Ambiental en el Decenio de 1990, contiene cuatro principios rectores, dos de los cuales se relacionan con la formación de capacidades: "Las instituciones sólidas son indispensables para un desarrollo sostenible", y "La formación de capacidades es necesaria para una administración co-

munitaria eficiente...". Los otros dos son el medio ambiente y la salud, y las finanzas y la tecnología, las cuales dependen para su realización de que existan instituciones sostenibles firmes.

Asimismo, el desarrollo de recursos institucionales y humanos constituyó uno de los principales temas de debate en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua, que tuvo lugar en la Argentina y fue el punto de partida del Plan de Acción de Mar de Plata (Naciones Unidas, 1977). Con base en diversas reuniones y evaluaciones posteriores se llegó al reconocimiento de que un elemento fundamental para llevar a cabo el Plan de Acción de Mar del Plata lo constituye la necesidad de formar capacidades y de reforzar a las instituciones relacionadas con los recursos hidráulicos en todo el mundo (CAC/GIRH, 1989 y 1991; Naciones Unidas, 1991). De ese estudio surgió un consenso en el sentido de que los fracasos en el logro de los objetivos en materia de servicios de agua y saneamiento y en la consecución de una gestión eficaz de los recursos hidráulicos en los países en desarrollo no eran de carácter técnico ni tenían que ver básicamente con la disponibilidad de fondos, sino con la capacidad de las instituciones encargadas de su desarrollo.

En este mismo orden de ideas, Russell L. Ackoff, desde 1977, ya había señalado que el obstáculo principal al desarrollo no es la falta de soluciones, ya que en general éstas existen para la mayoría de los problemas, sino que la dificultad central del desarrollo es el siguiente: ¿cómo puede lograrse la aceptación y la implantación efectiva de cualesquiera solución adoptada a un problema específico? Dicho de otra manera, el problema fundamental no es determinar qué cambios hacer sino cómo hacer que esos cambios se den efectivamente.

El fortalecimiento de capacidades depende de dos conceptos interrelacionados (Instituto Internacional de Infraestructura, IHE/ONUD, 1991):

- a) *Fortalecimiento de instituciones* en todos los niveles para que puedan ocuparse con mayor efectividad y eficiencia de todos los aspectos del desarrollo sostenible de los recursos hidráulicos. Esto incluye la creación de un ambiente normativo favorable, la evaluación correcta y suficientemente amplia de los recursos hidráulicos en cantidad y calidad, la planeación, la gestión, la formulación, la evaluación y la ejecución de proyectos y programas.
- b) *Desarrollo de recursos humanos* en todos los niveles, incluida la educación, la capacitación, la formación en el trabajo y la creación de condiciones laborales favorables que originen un buen rendimiento en el trabajo y satisfacción del personal que los

realiza, así como su permanencia en el sector y continuidad en sus actividades.

El fortalecimiento de capacidades procura integrar la gestión de los diversos componentes del sector agua, en particular aquellas del abastecimiento de agua y del saneamiento ambiental. La importancia para las instituciones del sector agua de lo mencionado es evidente por las razones siguientes:

- a) La cobertura de los servicios aún no alcanza a la totalidad de la población.
- b) La demanda sustancial de agua que existirá en las primeras décadas del siglo XXI.
- c) Las dificultades técnicas, financieras e institucionales en materia de planeación y ejecución de proyectos que prevalecen en los países en desarrollo.
- d) Las deficiencias sociales y económicas, cuya solución está muy relacionada con la disponibilidad del agua.

En el ámbito internacional, en los países en desarrollo durante muchos años se han tratado de alcanzar algunos de los objetivos del fortalecimiento de capacidades, pero en general el éxito ha sido escaso y muy a menudo las actividades han finalizado en un fracaso completo. Se han llevado a cabo proyectos con fondos procedentes de préstamos o subvenciones que no han conseguido alcanzar sus objetivos o que han sido abandonados. Es posible que algunos de esos proyectos incluyeran algún objetivo parcial de fortalecimiento de capacidades, pero en los hechos, la ejecución de los cambios normativos y el desarrollo de los recursos humanos e institucionales ha recibido mucha menor prioridad que la construcción de infraestructura o el suministro de instrumentos y equipo.

Principales problemas de los servicios de agua y saneamiento

Antecedentes institucionales

En el artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos se consagra el principio de que la propiedad de las aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponde originalmente a la Nación y sólo por excepción, cuando se demuestre que las aguas no tienen tal carácter, se considerarán de propiedad privada. Por tanto, sólo el Gobierno Federal está facultado para administrar las aguas nacionales (Ortiz, 1997).

En 1948, la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH) asume la responsabilidad de administrar los servicios de agua potable y alcantarillado a través de

las Juntas Federales de Agua Potable. Con ellas se alcanzó un cierto grado de descentralización y participación ciudadana. La SRH intentó entonces la entrega de las obras a los propios usuarios, con poco éxito. A finales de 1976, algunas de las funciones y recursos humanos de la SRH y de la Comisión Constructora de Ingeniería Sanitaria de la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA), concentrada hasta entonces en realizar las obras de agua potable y saneamiento en el medio rural, pasaron a la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP), y el resto de la SRH se fusionó con la Secretaría de Agricultura para formar la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), que se encargó de realizar aquellas obras cuya magnitud y complejidad técnica requerían de su atención directa. Se creó así una división entre lo que se llamó Obras de Abastecimiento de Agua en Bloque y el resto de las que componen un sistema de agua potable y alcantarillado.

En 1980, el Ejecutivo Federal, por medio de la SAHOP, entregó la operación de los sistemas a los gobiernos estatales, los cuales, a su vez, la pasaron en algunos casos a los municipios. Con frecuencia, la carencia de recursos de los gobiernos municipales propició utilizar en otras necesidades los fondos provenientes del cobro por el servicio de agua potable. La descapitalización resultante y un manejo temeroso para establecer las tarifas propiciaron que los sistemas de agua potable se convirtieran en demandantes de subsidios, incluso para la operación. A partir de 1982, la responsabilidad de la intervención federal pasó a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (Sedue), la cual descentraliza también la construcción de las obras y cumple las funciones de agente técnico en las obras realizadas con créditos internacionales. La SARH siguió encargada de las grandes obras de abastecimiento de agua en bloque cuando, acordado así con los gobiernos estatales, se consideró conveniente que proyectos y obras fueran ejecutadas por el Gobierno Federal. Desde 1983, las reformas y adiciones al artículo 115 constitucional establecen la responsabilidad de los municipios en la prestación de los servicios de agua y saneamiento.

La Comisión Nacional del Agua, creada por decreto presidencial en enero de 1989 como un órgano desconcentrado de la SARH, es la única autoridad federal facultada para administrar las aguas nacionales. En diciembre de 1992, la Ley de Aguas Nacionales formalizó los avances institucionales que se habían logrado con la CNA y abrió espacios para que en el futuro ésta pudiera desarrollarse en otros aspectos. En 1994, con la nueva administración federal, la CNA cambió del sector de Agricultura al de Medio Ambiente, formando

parte de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap), como un órgano desconcentrado. A la CNA le corresponde atender las prioridades de la política en materia hidráulica; agilizar la administración del recurso; facilitar la coordinación entre dependencias en el ámbito federal, estatal y municipal; ampliar esquemas de descentralización, y fortalecer mecanismos de concertación. La CNA reconoce que es preciso transformar las instituciones y ampliar y descentralizar los programas de trabajo para responder con mayor prontitud y eficacia a los requerimientos de la población y del medio ambiente. Esto se apoyará mediante la formación de consejos de cuenca en todo el país, que son foros de concertación entre los órdenes de gobierno y los usuarios organizados para atender problemas relacionados con el agua que afectan su entorno.

En la descentralización se contempla la separación de las funciones normativas de las operativas; la transferencia de algunas funciones operativas a los usuarios; la planeación y administración del aprovechamiento del agua de forma integral en la cuenca, manteniendo en el ámbito federal tanto las funciones que sujetan los intereses regionales al interés de la Nación como las decisiones que afectan a más de una entidad federativa y a los indefensos, cuidando de la conservación del medio ambiente y los derechos de las futuras generaciones, preservando siempre para el gobierno federal la facultad y el derecho de intervenir en apoyo a los grupos humanos y comunidades que se encuentran en condiciones de pobreza o afectados por calamidades y desastres.

Tradicionalmente, la provisión de servicios por los sistemas de agua y saneamiento en el país ha estado afectada por múltiples dificultades que explican el pobre desempeño y baja productividad de muchos de ellos. Estos problemas pueden clasificarse en cuatro categorías: técnicos y operativos; comerciales y financieros, ambientales y humanos, legales e institucionales.

Problemas técnicos y operativos

La demanda de agua para el crecimiento urbano requerirá inversiones sustanciales para la expansión de los sistemas de agua y saneamiento del país, pero las condiciones técnicas en que a menudo hay que planificar dichos sistemas son en general más difíciles que en países desarrollados (Field, 1997). En particular, la escasez de agua que afecta a casi dos tercios del territorio hace difícil gestionar proyectos de abastecimiento. Las dificultades técnicas se ven exacerbadas por un terreno poco hospitalario e inaccesible, y a menudo no existen los datos técnicos básicos que se re-

quieran para las actividades de planeación, formulación de proyectos, construcción y operación. El registro de estadística básica para sustentar una buena operación no existe o está mal organizada. La existencia de condiciones geográficas y climatológicas muy variables limita la utilización de diseños normalizados, de forma que la mayor parte de los proyectos se formulan en función del lugar de ubicación. Las comunidades rurales a menudo están muy dispersas y suelen no estar bien organizadas. Los residentes de estas comunidades generalmente tienen escasos o nulos recursos, poca educación escolar y están marginados del desarrollo.

No resulta fácil proporcionar los servicios de agua y saneamiento adecuados a las ciudades que se caracterizan por un rápido crecimiento en condiciones precarias y a menudo irregulares. Incluso en las clases sociales y económicas más altas subsiste la convicción de que el gobierno ostenta la responsabilidad principal de proveer estos servicios. Las industrias y las grandes empresas comerciales operan con toda libertad para obtener su propio abastecimiento, muchas veces sin pagar adecuadamente por su uso. La contaminación causada por las ciudades y sus industrias limita el uso sustentable del recurso agua (Idelovitch y Ringskog, 1995).

Las prácticas operacionales son ineficientes, el mantenimiento correctivo es inadecuado y el preventivo, casi inexistente. En general, no se cuenta con personal capacitado para desarrollar los programas de mantenimiento donde éstos existen, se carece del registro de reparaciones y sustitución de piezas, no se dispone de un catastro confiable de las instalaciones hidráulicas, ni con procedimientos de reparación modernos; las reparaciones se realizan en forma apresurada y con un control de calidad inadecuado que provoca que se introduzcan sólidos y aire a las líneas, lo cual causa mal funcionamiento de los aparatos de micromedición. Es muy común tandeear el agua con presiones muy bajas, debido a la justificación de evitar fugas y con la consecuente introducción de aire a las líneas. Hasta hace pocos años no se cloraba el agua en ningún lugar del país y sólo la epidemia de cólera hizo reaccionar a la sociedad. Las redes de alcantarillado en general son del tipo combinado, que aparte de deficiencias en su diseño, construcción y operación, presenta serias dificultades con la hermeticidad de las tuberías, lo que provoca problemas de contaminación de los acuíferos subyacentes y, en el peor de los casos, a los propios sistemas de suministro de agua potable (Idelovitch y Ringskog, 1995). Esta situación obligó a la publicación de la norma obligatoria NOM-CNA-001, que poco a poco revierte el problema, pero que ha encontrado gran resistencia en su aplicación.

Cuadro 1. Rangos de agua no contabilizada (Comisión Nacional del Agua, 1999).

Porcentaje de agua no contabilizada	Número de localidades
20-30	37
30-40	53
40-50	50
50-60	44
60-70	24
Mayores de 70	24
Total	232

Se estima que de los 7,901,534,016 m³ (251 m³/s) que se sirven en el ámbito nacional (según datos del año 1998), 4,685,609,671 (149 m³/s) llegan a los usuarios y 3,215,924,345 (102 m³/s) se pierden por deficiencias administrativas y en la infraestructura (Comisión Nacional del Agua, 1999). Los organismos encargados de proporcionar directamente este servicio a la población operan con bajas eficiencias físicas y comerciales (Herrera, 1995). Se estima que las pérdidas de agua alcanzan entre 40 y 50% del agua producida, comparada con 15% en sistemas bien operados en países desarrollados. Esto se debe parcialmente a pérdidas físicas debidas a procedimientos deficientes de contabilidad del agua y a fugas de agua en tuberías en mal estado, muy antiguas, las cuales no son rehabilitadas oportunamente, y cuando es estrictamente necesario hacerlo, la rehabilitación se realiza en tramos cortos con procedimientos convencionales de excavación total de mayor costo que los de mínima excavación. Bajo tales circunstancias, la expansión de los servicios es limitada e impone límites para enfrentar el crecimiento poblacional. Reducir el agua no contabilizada de 60 a 30% en una ciudad con 3.5% de tasa de crecimiento permitiría posponer inversiones en nuevas fuentes hasta en 16 años (Field, 1997). El cuadro 1 muestra la distribución, por rangos de agua no contabilizada, de 232 ciudades del país que han reportado sus datos en el año 1998; 61.2% de ellas tenía pérdidas de 40% o más.

Problemas comerciales y financieros

En muchas poblaciones la medición de los consumos de agua potable es limitada o no existe. En muchos casos, los cargos por el agua están basados en tamaño de lotes y valor de la propiedad, independientemente de la cantidad de agua consumida. El sistema de no medición crea distorsiones en los cargos al consumidor. La cantidad de agua producida es usualmen-

te estimada en lugar de medirla. La falta de confiabilidad de los datos hace de la planeación una tarea difícil. Bajo estas circunstancias, cualquier intento para manejar la demanda es muy difícil de implementar. El consumo de agua llega a alcanzar valores muy elevados de hasta 500 a 600 litros por habitante al día, casi el doble de la dotación usual en sistemas bien medidos y administrados (Idelovitch y Ringskog, 1995).

Los registros de consumos deficientes, combinados con facturación ineficiente y pésimas prácticas de recaudación, crean pérdidas comerciales considerables, las cuales son la razón principal del agua no contabilizada (Field, 1997). Los bajos niveles de recaudación tienen como una de sus causas principales la prohibición del no corte del servicio que se da según la interpretación de la ley, debido al no pago, lo cual está basado en la idea tradicional de que el agua, siendo una necesidad humana, no es un bien que pueda ser comprado. Bajo estas circunstancias, los ingresos no son suficientes para generar los fondos necesarios para expandir el servicio o proteger el ambiente acuático contra la contaminación debido a la descarga de aguas residuales no tratadas, y en algunos casos son insuficientes para mantener operando razonablemente los sistemas actuales; así sólo se recupera aproximadamente la sexta parte de los costos de producción (Lee y Jouravlev, 1992).

Las políticas tarifarias se suman a los problemas financieros. Invariablemente, las tarifas no reflejan adecuadamente el verdadero costo económico del abastecimiento de agua, aparte de los costos del alcantarillado y el tratamiento de las aguas residuales, para no crear un riesgo ambiental. En un esfuerzo por reducir los costos del agua consumida por los grupos de bajos ingresos, las estructuras tarifarias con subsidios cruzados generalmente son la regla. El resultado poco afortunado ha sido lo opuesto de lo que se buscaba: en los sistemas sin medición con precios subsidiados, los usuarios con mayor capacidad de pago que consumen más agua, gozan de los mayores subsidios.

No obstante la situación de monopolio y la autonomía financiera que los organismos operadores disfrutaban y que deben constituir elementos favorables para una gestión financiera sin complicaciones, la realidad es que no sucede así, debido esencialmente a las causas siguientes: las instituciones estatales o municipales, y aun las federales, son algunos de los clientes principales y no pagan regularmente sus cuentas; a menudo se demora demasiado el ajuste de tarifas; los bajos salarios que perciben los empleados de los organismos operadores no les alienta a realizar un buen trabajo; el padrón de usuarios a menudo está mal organizado; la proporción de deudas recaudadas es baja,

y los usuarios morosos mantienen su derecho al servicio (Idelovitch y Ringskog, 1995).

Se requieren al menos 3.75 \$/m³ para cubrir los costos de operación de los servicios de agua, alcantarillado y saneamiento. De 150 localidades con más de cincuenta mil habitantes únicamente dos generan ingresos superiores a esa cifra; tres generan entre 3 y 3.75\$/m³; 21 localidades generan entre 1.50 y 2.9\$/m³, y en 124 el ingreso promedio está entre 0.20 y 1.5\$/m³. Existen 644 localidades urbanas con una población mayor a 2,500 habitantes y menor a cincuenta mil, de ellas sólo cuatro generan ingresos superiores a 3\$/m³. En las localidades rurales, conforme a estimaciones de la FAO, 55% se encuentran en condiciones de pobreza extrema, por lo que no disponen de recursos para tener acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento (Herrera, 1995).

Para atender a las localidades que cuentan con 2,500 o más habitantes, la CNA tiene en operación desde 1990 el programa de Agua Potable y Abastecimiento a Zonas Urbanas (APAZU), cuyo financiamiento es una mezcla de recursos federales, estatales, crediticios y de organismos operadores (ver distribución porcentual en el cuadro 2 y aplicación de recursos en el cuadro 3), la definición de las acciones y las estructuras financieras se pactan en el seno del Subcomité Especial de Agua en los Comités de Planeación y Desarrollo Estatal. Con el APAZU se apoya la ampliación de la infraestructura y la ejecución de acciones para el mejoramiento institucional, derivadas de un plan maestro diseñado para el organismo operador.

Cuadro 2. Distribución de recursos del programa APAZU a 1998 (miles de pesos) (CNA, 1999).

Concepto	Federal	Estatal	GIC*	Crédito
Total	1,215,284	276,363	242,966	205,500
Porcentaje de participación	46.1	10.48	35.63	7.79

* GIC: Generación Interna de Caja.

Fuente: *Situación del subsector de agua potable, alcantarillado y saneamiento*, CNA, 1998.

En las localidades rurales con una población menor de 2,500 habitantes, la CNA implementó desde 1996 el programa de agua potable y saneamiento, que se financia con aportaciones iguales de los gobiernos federal y estatales; a partir de 1999, la aportación federal es financiada parcialmente con recursos de créditos provenientes del Banco Interamericano de Desarrollo (Comisión Nacional del Agua, 1998).

Este esquema ha permitido canalizar créditos y presupuesto específicamente a las plantas de tratamiento con mayor participación de recursos fiscales, lo que en alguna medida coadyuvó a que se avanzara en forma significativa en el desarrollo de esta infraestructura; la capacidad instalada de tratamiento se ha incrementado de 14 m³/s en 1989 a 58.56 m³/s en 1998. Sin embargo, el enorme rezago existente y la falta de recursos económicos dieron lugar, por su magnitud, a que este tipo de obras se promovieran para ser financiadas por la iniciativa privada, principalmente en las ciudades del país con mayores avances en su proceso de consolidación y con una población de más de ochenta mil habitantes. En 1997 se tenían 821 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, con una capacidad instalada de 61.6 m³/s; de este total, 639 plantas operaron tratando un caudal de 39.3 m³/s. Para 1998, el inventario ascendía a 914 plantas, de las cuales 727 operaron tratando un caudal de 40.8 m³/s, del orden de 21.8% del total generado en el país (Comisión Nacional del Agua, 1998).

Problemas ambientales

Las empresas de agua y saneamiento tradicionalmente han favorecido el servicio de agua a la población y se ha prestado menor atención al saneamiento. En consecuencia, la cobertura de alcantarillado es, en general, mucho menor que la de agua potable. Cuando esto ocurre, el elevado número de consumidores no conectados a la red de alcantarillado descargan sus desechos, en el mejor de los casos a fosas sépticas, contaminando los acuíferos someros. Al mismo tiempo, los sistemas de alcantarillado de las grandes poblaciones usualmente descargan sus aguas residuales a cuerpos de agua próximos a ellas, algunas veces poniendo en riesgo sus propias fuentes de suministro de

Cuadro 3. Distribución de aplicación de recursos del programa APAZU a 1998 (miles de pesos) (CNA, 1999).

Concepto	Agua potable	Alcantarillado	Saneamiento	Mejora de eficiencia
Total	939,212	549,080	344,023	107,798
Porcentaje de participación	48.41	28.30	17.73	5.56

agua potable o para la irrigación, y creando contaminación en las ciudades.

Con la creación de la CNA en 1989, se le da un lugar preponderante al saneamiento, al reconocer su enorme rezago, muy por debajo de las coberturas de agua y alcantarillado. Es decir, casi veinte años después de contar con la primera ley en materia ambiental se reconoce que en los centros de población las medidas de control de la contaminación del agua han tenido un mínimo desarrollo y se encuentran desarticuladas de los demás servicios. Tuvieron que pasar dos décadas para que en el país la política ambiental en materia de agua modifique la administración del recurso y se coordinen los programas de agua, alcantarillado y saneamiento. Los problemas que han dado lugar a un bajo desarrollo de los programas ambientales fueron también de orden estructural, en virtud de que tradicionalmente los servicios de agua se concebían asociados con obras de agua potable y alcantarillado y dentro de este rubro, muy escondido o someramente, las obras de saneamiento (Flores, 1995).

Si bien existen experiencias en tratamiento de aguas residuales desde 1950, un gran número de estas obras se construyeron entonces para aliviar un pro-

blema de escasez de agua y no para fines de control de la contaminación, principalmente en las ciudades de Monterrey y México. La necesaria jerarquización de los servicios de agua en cascada, primero agua potable, después alcantarillado y por último saneamiento, aunado a la baja recuperación de costos de inversión, operación y mantenimiento, fueron algunas de las causas del rezago que muestran las cifras oficiales de la CNA, que indican que actualmente, en el ámbito nacional, la cobertura de agua potable pasó de 77.7% en 1994 a 86.44% en 1998; la cobertura de alcantarillado pasó de 61.3 a 72.4%, y la cobertura de saneamiento en 1998 es de 21.8% en capacidad instalada (ver cuadro 4) (Comisión Nacional del Agua, 1999).

Por otro lado, el control de la contaminación del agua se ha enfocado primordialmente hacia los grandes centros generadores de aguas residuales, urbanos e industriales, o a los grandes cuerpos receptores de descargas. Esto es concebible si paralelamente se aplica un programa de control, aunque de menor alcance, en las zonas consideradas como no prioritarias, dado que los centros pequeños de población y las zonas rurales pueden generar problemas de magnitud importante si no se les atiende, como lo revelan

Cuadro 4. Evolución de la cobertura de servicios de agua potable y alcantarillado de 1990 a 1998, en millones de habitantes y porcentaje.

Año	Población total X 10 ⁶	Habitantes con servicio X 10 ⁶	Habitantes beneficiados X 10 ⁶	Habitantes sin servicio X 10 ⁶	Porcentaje de cobertura %
Cobertura de agua potable					
1990	83.5	64.9	1.8	18.6	77.7
1991	85.1	67.2	2.2	17.9	79.0
1992	86.7	69.7	2.5	17.0	80.4
1993	88.4	71.9	2.2	16.5	81.3
1994	90.0	74.0	2.1	16.0	82.2
1995	91.2	76.7	2.7	14.4	84.2
1996	92.7	78.7	2.0	14.0	84.9
1997	94.3	80.9	2.2	13.3	85.8
1998	95.8	82.8	1.9	13.0	86.44
Cobertura de alcantarillado					
1990	83.5	51.2	1.7	32.3	61.3
1991	85.1	53.1	1.9	32.0	62.4
1992	86.7	55.3	2.2	31.4	63.8
1993	88.4	57.1	1.9	31.3	64.6
1994	90.0	59.1	1.9	30.9	65.7
1995	91.2	65.7	6.6	25.5	72.1
1996	92.7	67.2	1.5	25.6	72.4
1997	94.3	68.3	1.1	26.0	72.4
1998	95.8	69.4	1.1	26.4	72.4

los brotes de cólera, enfermedad cuya transmisibilidad es muy alta y que sólo con acciones permanentes se ha logrado erradicar. Precisamente el cólera fue el que ocasionó que se implementara el Programa Agua Limpia, iniciado en 1992, que logró coberturas superiores a 93.4% en la desinfección de fuentes de abastecimiento de agua; actualmente se continúa con los programas de agua limpia y operativos para la prevención y control del cólera, y se aplica un programa de educación sanitaria en escuelas y comunidades. En otras zonas del país se ha sido tolerante con el uso en actividades agrícolas de agua residual cruda, es decir sin tratamiento alguno. Por ley se restringe el uso de estas aguas para el riego de cultivos, sin embargo esta práctica continúa para otros cultivos en forma intensiva en diversas zonas, por ejemplo, la del Valle del Mezquital en el estado de Hidalgo, en donde alrededor de cien mil hectáreas se riegan con aguas residuales crudas del efluente, del orden de los 40 m³/s, de la ciudad de México y su zona conurbada. No obstante, esta práctica representa la mayor planta de tratamiento de aguas residuales del mundo, dado que la actividad agrícola amortigua los efectos contaminantes que se producirían en la cuenca del río Moctezuma (González y Garduño, 1994).

En relación con los aspectos tecnológicos que conlleva la construcción, el equipamiento y la operación de una planta de tratamiento de aguas residuales, se observa que se presentan serios retos para un organismo operador, por la necesidad de contar con personal especializado tanto para seleccionar la tecnología más adecuada como para operarla. Son numerosos los ejemplos de plantas construidas y abandonadas, u otras que no operan porque llega menos del agua proyectada, que representan inversiones ociosas, en unos casos porque los programas de control ambiental ofertaron créditos blandos para plantas y estos programas no se coordinaban con los de infraestructura y por lo tanto no se construían los colectores, en otros casos, lo complejo de la tecnología que se adquirió no permitía que el gobierno local la pudiera operar y en muchos casos más, los elevados costos de energía, aunque la inversión se hubiera realizado a fondo perdido, no podían ser cubiertos por las tarifas que no previeron estos costos de operación (Flores, 1995).

Los sistemas lagunares para el tratamiento de aguas residuales de origen doméstico se implantaron en muchas poblaciones, sin embargo la falta de mantenimiento adecuado condujo a su baja eficiencia, situación que prevalece hasta la fecha. "No obstante los esfuerzos realizados por el IMTA para impulsar su utilización con base en la revisión de criterios de diseño en otros países, la falta de soporte en la determinación

de parámetros en el ámbito local ha conducido a una falta de confiabilidad que, aunada a las políticas de saneamiento impuestas por las instituciones internacionales de crédito, que en buena medida imponen la utilización de tecnologías de importación, ha provocado una verdadera confusión en la manera de abordar el problema" (Flores, 1995). Existe una diversidad de tecnologías de tratamiento que impiden su estandarización y hacen altamente dependiente al país de tecnologías de patente y de la disponibilidad de divisas para su adquisición. No se ha desarrollado una demanda doméstica de tecnología apropiada de bajo costo que satisfaga las restricciones económicas prevalecientes y garantice el desarrollo sustentable. La disposición final de los lodos residuales de las plantas de tratamiento es otro de los problemas que se suma a los indicados anteriormente. Estos, en general, son dispuestos en el mejor de los casos en rellenos sanitarios, normalmente sin cumplir con las normas establecidas. Pocos casos existen (planta de Cuernavaca) en donde reciben un tratamiento de composteo para ser utilizados en jardinería, con un sentido más apegado a los conceptos de equilibrio ecológico (Güitrón, 1995). Son múltiples los casos en que una mala disposición de los lodos ocasiona que se percolan hacia los acuíferos subyacentes, contaminándolos.

Problemas humanos, legales e institucionales

El exceso de personal en los organismos operadores explica en buena medida la baja productividad. Son comunes las relaciones de cinco a diez empleados por cada mil conexiones de agua, las que se comparan muy desfavorablemente con relaciones de dos a tres empleados en sistemas eficientes (Hernández, 1995).

Los organismos operadores están también asediados por compromisos políticos, intervención política excesiva e inhabilidad, debido a la falta de incentivos adecuados para atraer suficientes talentos gerenciales y personal técnico calificado (Anderson y Hill, 1996). Los compromisos políticos y salarios poco competitivos resultan en una alta movilidad del personal, baja productividad y carencia de disciplina de la fuerza de trabajo (Franceys, 1997). Otro problema institucional es la falta de una clara regulación de las responsabilidades. Muchos de los grandes organismos operadores de agua corren el riesgo de un conflicto de intereses, por ser a la vez operadores y reguladores (Idelovitch y Kingskog, 1995).

En general, los recursos humanos calificados son escasos. La falta de capacitación adecuada constituye un obstáculo importante para el desarrollo de instituciones más sólidas (Alaerts, 1991), el cuadro 5 mues-

Cuadro 5. Capacitación de empleados de organismos operadores 1991-1998 (CNA, 1999).

Año	Número de cursos	Número de participantes	Número de organismos operadores
1991	33	1,015	438
1992	74	1,979	586
1993	66	1,690	691
1994	59	1,958	676
1995	9	123	51
1996	26	407	55
1997	228	4,113	Nd
1998	106	2,941	Nd
Suma		14,226	
Promedio		1,778	

tra el número de empleados de organismos operadores del país que tomaron algún curso de capacitación en el periodo 1991-1998, la cifra alcanza un promedio de 1,778 empleados (Comisión Nacional del Agua, 1995, 1996, 1997 y 1998). La ejecución de proyectos de agua y saneamiento se ve obstaculizada por la falta de equipo e insumos técnicos necesarios, lo que entraña una fuerte dependencia de importaciones para obtenerlos.

Otro aspecto limitante ha sido la rigidez legal existente en la mayoría de los estados de la federación en cuanto a que no se considera la concesión del servicio al sector privado o social, así como a la poca experiencia en el país con estos esquemas, que han conducido, a su vez, a una intrincada red de documentos legales para obtener las garantías que exigen la banca comercial o la de desarrollo para obtener los financiamientos requeridos (Baños, 1996). La inversión en proyectos de agua y saneamiento resulta poco atractiva por la incapacidad del inversionista de obtener derechos sobre el agua que corresponden a terceros. Se dejan de hacer inversiones a causa de requisitos legales poco atractivos respecto a la estructura y a las tarifas que ha de satisfacer el consumidor por los servicios y el destino y manejo de los ingresos de los sistemas (Rivera, 1996).

Los derechos de los individuos en relación con el agua tienen una firme connotación de propiedad privada, por lo que los cambios radicales necesarios que hay que introducir en las leyes que rigen la asignación y el uso del agua pueden verse expuestos a impugnaciones constitucionales, en virtud de las cláusulas que protegen el derecho de propiedad. La simple posibilidad de reclamaciones o indemnizaciones en masa tiene el potencial de contrarrestar las mejores intenciones de los gobiernos. Paradójicamente, el control de la

contaminación se ve obstaculizado por leyes demasiado complicadas o concebidas en términos sumamente simples. El primer grupo de leyes impone a los gobiernos cargas y objetivos poco realistas y, como consecuencia, siempre hay un gran atraso en la aplicación. Las leyes concebidas en términos demasiado simples están expuestas al incumplimiento general y a tornarse caducas rápidamente si establecen prohibiciones directas de actividades contaminantes que son imposibles de hacer cumplir. La falta de interlocutores técnicos fuertes en los organismos de agua y saneamiento da lugar a trabajos técnicos que no tienen una planeación y supervisión adecuadas, resultando, en general, trabajos de baja calidad o, en algunos casos, innecesarios (Idelovitch y Ringskog, 1995).

La persistencia crónica de bajos salarios en los organismos no permite la contratación de técnicos calificados, y los operarios y personal técnico existente se desempeña con una alta insatisfacción, lo que provoca bajos rendimientos y un pobre espíritu para trabajar en equipo (Bartolomé, 1996). En otras palabras, no se identifican con su empresa. Por las mismas razones, existen graves deficiencias técnicas para cubrir las diversas funciones sustantivas de la empresa pública o privada. La mayoría de los técnicos se ha ido formando en la práctica a través de reglas empíricas desarrolladas por ellos mismos o bien imitadas de otros que los precedieron, sin la base teórica necesaria para poder resolver problemas que salen de las reglas comunes o bien innovar en su trabajo (Field, 1997). Existen ingenieros electromecánicos ubicados en funciones eminentemente hidráulicas, biólogos encargados de aspectos de saneamiento y así por el estilo.

En pocos casos se ha abordado con decisión el problema de saneamiento en forma integral, aunque existen esfuerzos aislados como el del programa de saneamiento de la cuenca Lerma-Chapala que inició con un fuerte respaldo gubernamental. En el ámbito federal y estatal se requieren modificaciones a la estructura institucional para abordar con efectividad el problema de saneamiento, así como personal calificado y suficiente para realizar las labores de planeación e instrumentación de las acciones de saneamiento contenidas en el Programa Hidráulico 1995-2000. El poco desarrollo y aplicación efectiva de normas y certificación de productos que usualmente consume el área de agua y saneamiento permite la venta de productos de baja calidad, principalmente tuberías, válvulas y medidores, que provocan fallas continuas en el servicio y baja recaudación de los sistemas. La certificación de la calidad no se aplica de manera sistemática en ninguna institución del sector, pública o privada. Apenas recientemente se están creando organismos privados

de certificación para el sector agua (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 1993 y 1995).

Prácticamente todos los sistemas de agua y saneamiento del país tienen los mismos problemas y necesidades técnicas y de gestión, y se nota la ausencia de una asociación o ente de apoyo técnico (que ellos deberían pagar) que les genere manuales, produzca normas, cursos, videos y muchos otros apoyos que beneficiarían a todos (Okuny Lavria, 1991). La Asociación de Empresas de Agua y Saneamiento (ANEAS), ha abordado este problema en forma muy limitada. Algunos directivos de los sistemas de agua y saneamiento tienen más visión de constructores y descuidan la parte de ser prestadores de un servicio y salvaguardas de la infraestructura y preservación del recurso de los ecosistemas acuáticos.

Las condiciones antes descritas complican aún más la planeación, la ejecución y el funcionamiento de los sistemas de agua y saneamiento del país. Años de inactividad y acciones insuficientes frente a un rápido crecimiento obligan a efectuar enormes inversiones que, a su vez, exigirán la existencia de instituciones firmes si se quiere que estos sistemas estén bien concebidos y ejecutados, y que funcionen adecuadamente sobre una base sostenible. La combinación de todos estos problemas técnicos, financieros, ambientales, humanos, legales e institucionales, al final de cuentas ha resultado en servicios de baja confiabilidad y consumidores insatisfechos, conformistas con el bajo nivel de servicio, irresponsables en el cumplimiento de sus obligaciones de pago y conservación, y expuestos a riesgos de salud inaceptables.

Esferas clave en el fortalecimiento de capacidades

En el año 2000, conforme a los datos preliminares del censo de dicho año, la población total del país es de 97.362 millones de habitantes, de los cuales 72.71 millones viven en zonas urbanas y 24.65 millones en localidades rurales (INEGI, 2000). La demanda total de agua será de 272 m³/s, aproximadamente, de los cuales 232 m³/s se destinarán al medio urbano y 40 m³/s al rural. Se generarán un total de 217 m³/s de aguas residuales y se prevé que se producirán 1.92 millones de toneladas anuales de demanda bioquímica de oxígeno (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 1999).

De continuar las prácticas que han favorecido la realización de obras de infraestructura hidráulica, en lugar de la búsqueda de la eficiencia y la conservación del recurso, será necesario realizar inversiones superiores a los cinco mil millones de dólares anuales únicamente en las ciudades mayores a cincuenta mil

habitantes, y acumular un déficit operativo superior a los 150 millones de dólares anuales para mantener los porcentajes actuales de cobertura de servicios de agua potable y alcantarillado. Tan sólo se requerirán del orden de mil millones de dólares adicionales para dar tratamiento a las aguas residuales de las localidades con más de cincuenta mil habitantes ubicadas en las 15 cuencas más contaminadas (Herrera, 1995).

La CNA diseñó una estrategia de dos vertientes para avanzar en el logro de metas en agua y saneamiento trazadas en el Plan Hidráulico 1995-2000, la primera se relaciona con la participación del Estado y consiste en lo siguiente: impulsar un fuerte proceso de descentralización en el que los estados y municipios tengan cada vez mayores atribuciones en la construcción y operación de la infraestructura hidráulica; promover la consolidación de los organismos operadores de sistemas de agua y saneamiento mediante el incremento de la productividad y el mejoramiento de la calidad de los servicios para que logren su autosuficiencia financiera, y privilegiar los subsidios para las localidades con mayor índice de pobreza, impulsando la organización comunitaria y los sistemas de autogestión. En la segunda vertiente se contempló la participación de la iniciativa privada en dos grandes áreas: por una parte, mediante la concesión integral de los servicios, incluyendo las actividades de captación, conducción, potabilización, distribución, recolección de aguas servidas, tratamiento de aguas residuales y promoción del reúso; por otro lado, a través de su participación en proyectos especiales (Comisión Nacional del Agua, 1996).

El apoyo en investigación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos, que requiere la implantación de esta estrategia, recae fundamentalmente en el IMTA, que desde 1986 desarrolló los primeros proyectos relacionados con el uso eficiente del agua a través del Programa Nacional de Uso Eficiente del Agua (Pronefa), el cual logró impulsar la cultura del ahorro del agua en los sistemas de agua y saneamiento, iniciando propiamente la investigación y el desarrollo tecnológico nacional en esta materia, adaptando y mejorando inicialmente experiencias extranjeras, con el fin de lograr la autosuficiencia en el manejo de los sistemas de agua y saneamiento.

Desde 1990 hasta la fecha, el IMTA ha trabajado en seis líneas de trabajo: *ingeniería básica y diseño*, donde se elaboraron herramientas computacionales para el diseño óptimo de redes de agua potable, rehabilitación de tubería, confiabilidad de redes de distribución y manejo del aire atrapado en tuberías, se desarrollaron y validaron diversos métodos de medición y se establecieron técnicas para analizar y caracterizar los

consumos de agua, los coeficientes de variación y las aportaciones de agua residual a los sistemas de alcantarillado; *operación y mantenimiento*, donde se desarrolló, adaptó y validó tecnología para la evaluación de pérdidas, control de fugas, pruebas de hermeticidad, rehabilitación de tuberías, confiabilidad de redes, aire atrapado en tuberías; *planeación y administración*, se desarrollaron trabajos de macromedición, micromedición, catastro de redes, sistemas expertos para gestión operativa y evaluación de la eficiencia de los sistemas de agua y saneamiento; *certificación de equipos y materiales*, donde se han formulado diversas Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y se promovió el Sistema de Certificación de Equipos y Materiales del Sector Agua, incluyendo módulos de prueba para micromedidores, macromedidores, tomas domiciliarias, tuberías herméticas y dispositivos ahorradores domésticos; *diseño y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales*, donde se han mejorado las eficiencias de los sistemas lagunares y los procesos de tratamiento de aguas residuales; *formación de recursos humanos*, donde se han impartido cursos de entrenamiento sobre mantenimiento de alcantarillado, operación de plantas de tratamiento, control de fugas, análisis hidráulico de redes, y el desarrollo de paquetes didácticos y manuales técnicos (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 1999).

Recomendaciones

Con base en la revisión de los problemas más importantes que aquejan a los sistemas de agua potable y saneamiento del país, se juzga que, además de las inversiones requeridas para la construcción de infraestructura faltante, los elementos para una estrategia en investigación, desarrollo y formación de recursos humanos en el sector de agua y saneamiento comprenden el fortalecimiento de capacidades en las siguientes esferas clave:

- *Elevación de la eficiencia.* Es necesario promover la consolidación de los organismos operadores de los sistemas de agua potable y saneamiento mediante el incremento de la productividad y el mejoramiento de la calidad de los servicios para que logren su sustentabilidad financiera. Poner en orden las cuentas de los usuarios debe ser la operación prioritaria que financie a la organización antes de cualquier otro tipo de apoyo a los servicios de agua y saneamiento. El establecimiento de programas integrales de recuperación de pérdidas físicas de agua, la reducción de los costos de energía eléctrica, el mejoramiento de la operación, la reducción de los riesgos en la infraestructura, el aumento de la medición y el avance en el uso de técni-

cas modernas para el manejo de la información, entre otras, debe ser la prioridad siguiente. Teniendo en cuenta la expansión a que han debido hacer frente en los últimos años las empresas de agua y saneamiento hay que capacitar al personal para que lleve a cabo las tareas específicas de su profesión. La contratación de personal directivo altamente calificado debe constituir una prioridad para dirigir la implementación exitosa de las acciones de consolidación. Resulta de alta prioridad ampliar la cobertura de la capacitación, introduciendo innovaciones en los procesos hasta ahora utilizados.

- *Implementación de sistemas de tratamiento de bajo costo.* El mayor reto en las próximas dos décadas es la implantación de sistemas de tratamiento de aguas residuales de bajo costo que permita, al mismo tiempo, el reúso selectivo de los efluentes tratados en la agricultura y en la industria. Atender la enorme demanda de infraestructura hidráulica en el medio rural requiere atención especial. Los bajos niveles de ingreso y las elevadas necesidades de inversión hacen difícil que la infraestructura hidráulica para el medio rural sea comercialmente viable. Sin embargo, existen maneras de reducir los costos de inversión y lo más importante aún es el incremento de la probabilidad de que esta infraestructura se opere y mantenga bien.

- *Fortalecimiento de la participación privada y social.* Para asegurar la sostenibilidad en el largo plazo de los sistemas de agua y saneamiento se debe fortalecer la participación privada y social en los procesos de planeación, preparación de proyectos, construcción y operación. Para ello se requiere aclarar la relación (y las responsabilidades consiguientes) entre el Estado y la dirección de los servicios públicos. Esto se puede lograr en forma de concesiones integrales concretas, un plan contractual o incluso mediante la privatización del servicio público. Sin embargo, la experiencia hasta ahora no ha traído una recuperación significativa de los costos ni tampoco mayores niveles de inversión tanto pública como privada. Parte de la razón de esta tendencia no sostenible es sin duda la insuficiente capacidad de absorción de las instituciones públicas y privadas para la preparación de proyectos, operación y mantenimiento de la infraestructura. Es necesario impulsar un proceso fuerte de descentralización en el que los estados y municipios tengan cada vez mayores atribuciones en la construcción y operación de la infraestructura hidráulica.

- *Mejoramiento de la gestión financiera.* Es inútil realizar una revisión de las tarifas a menos que la gestión de los clientes se haga de manera correcta. Las revisiones de las tarifas se han hecho con demasiada frecuencia sobre bases empíricas. Las tarifas se deben

fijar de acuerdo con metodologías preestablecidas, bajo las cuales la tarifa refleje, de ser posible, el costo marginal del servicio. Los subsidios cruzados se consideran cada vez más como inapropiados en el sector de agua y saneamiento. Los subsidios se pueden manejar mejor a través de transferencias explícitas, vía presupuesto, basadas en niveles de ingresos.

Formulación de líneas de acción

Esfera clave: elevación de la eficiencia

Línea de acción: formación de recursos humanos

- Entrenar personal operativo en los diversos componentes de la operación: captación, distribución y procedimientos de emergencias.
- Capacitar personal en rehabilitación de redes, administración, control de pérdidas y mejoramiento de equipos electromecánicos.
- Capacitar personal técnico en el manejo de sistemas de información y gestión.
- Capacitar personal en el desarrollo de proyectos de operación y mantenimiento integrados desde su diseño.
- Capacitar personal en el uso de paquetes de cómputo en operación a tiempo real.
- Capacitar personal en el manejo de paquetes de proyectos tipo.
- Brindar capacitación gerencial a ejecutivos de sistemas de tratamiento.

Línea de acción: investigación y desarrollo tecnológico

- Completar programa integral de recuperación de pérdidas.
- Mejorar procesos de facturación, medición y cobro.
- Reducir gastos de energía eléctrica en la operación.
- Desarrollar sistemas de abastecimiento para pequeñas comunidades.
- Completar paquetes de cómputo para la planeación, el diseño, la operación y la administración de sistemas de agua potable y saneamiento.
- Desarrollar sistemas de operación y mantenimiento de redes integrados desde el diseño.
- Promover procedimientos de operación en emergencias.
- Mejorar tanto la imagen de servicios como la comunicación a usuarios.
- Controlar aire y arena en redes.
- Eficientar la instalación, reparación y sustitución de tomas domiciliarias y tuberías principales

- Desarrollar equipos detectores de fugas pequeñas e instalaciones para la capacitación y prueba de estos equipos.
- Modernizar procedimientos de rehabilitación de tuberías.
- Desarrollar sistemas automatizados de macromedición.
- Promover servicios de verificación de macromedidores.
- Fortalecer el sistema para certificar equipos y materiales utilizados en instalaciones de agua y saneamiento.
- Desarrollo de procedimientos de mantenimiento.
- Complementar las normas de calidad de bienes y servicios del subsector.
- Instalar sistemas de calidad ISO-9000 en organismos operadores.
- Hacer obligatoria la certificación de bienes y servicios que se adquieran en el subsector.

Esfera clave: implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales de bajo costo

Línea de acción: formación de recursos humanos

- Formar personal calificado en diseño, construcción y operación de redes de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales, en particular, de sistemas lagunares.
- Difundir manuales y cartillas de diseño, construcción y operación de sistemas pequeños de abastecimiento y saneamiento.
- Difundir mejores prácticas de diseño.

Línea de acción: investigación y desarrollo tecnológico

- Desarrollo de mejores diseños de lagunas de tratamiento.
- Desarrollo de proyectos tipo para expandir coberturas de servicio en el medio rural.
- Desarrollar metodología para la participación comunitaria efectiva en la construcción y operación de obras de abastecimiento y saneamiento.
- Avanzar en sistemas de tratamiento primario avanzado.
- Desarrollar sistemas alternativos de bajo costo.
- Desarrollar diseños tipo en medios computarizados.

Esfera clave: fortalecimiento de la participación privada y social

Línea de acción: formación de recursos humanos

- Capacitar en interpretación y aplicación de la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.

- Capacitar personal en la formulación y el manejo de instrumentos legales para el concesionamiento de servicios.
- Capacitar personal directivo en planeación estratégica, planeación integral y sistemas de información.
- Capacitación gerencial en sistemas de calidad, normas ISO-9000 e ISO-14000.

Línea de acción: investigación y desarrollo tecnológico

- Evaluar y mejorar esquemas de concesionamiento de sistemas de agua y saneamiento.
- Promover la vinculación de empresas privadas con institutos y centros de investigación y desarrollo tecnológico.

Esfera clave: mejoramiento de la gestión financiera

Línea de acción: formación de recursos humanos

- Capacitar personal en análisis tarifario.
- Capacitar personal en gestión financiera.

Línea de acción: investigación y desarrollo tecnológico

- Desarrollar metodología tarifaria única.
- Desarrollar paquetes financieros.
- Desarrollar esquemas financieros para proyectos rurales.
- Mantener actualizado el Sistema de Información Financiera del Agua (Sisefa).

Recibido: 08/05/2000

Aprobado: 15/08/2000

Referencias

- Russell, L., "National Development Planning Revisited", *Operations Research*, vol. 25, núm. 2, marzo-abril de 1977.
- Alaerts, G. J., "Capacitación y educación para la formación de capacidades en el sector de los recursos hídricos", *Actas del simposio del PNUD* celebrado en Delft, Países Bajos, del 3 al 5 de junio de 1991, Nueva York, 1991.
- Anderson, T. y P. Hill, *The privatization process, a worldwide perspective*, Lanham, MD, Rowman and Littlefield Publishers, Inc., 1996.
- Arreguín, F., A. Biswas y A. Talavera, *Fortalecimiento de capacidades institucionales del subsector agua en México*, Semarnap, CNA, IMTA y PNUD, Jiutepec, México, octubre de 1996.
- Baños, E., *Requisitos básicos para la concesión de obras de infraestructura*, Asociación Mexicana de Infraestructura Concesionada (AMICO), Congreso Nacional de la SMISA, México, 1996.
- Bartolomé, K., cita a Environment Watch Latin America (1996) *en Environmental investment in Mexico: a U.S. perspective*, documento de trabajo entregado para el Mexico/U.S. Global Forum, celebrado en Aspen, Colorado, del 30 de mayo al 2 de junio de 1996, pág. 8.
- CAC/GIRH, *Report of the Eleventh Session* (octubre de 1990), Nueva York, 1991.
- CAC/GIRH, "The formulation of a strategy for the implementation of the Mar del Plata Action Plan in the 1990's", *Calles -eaux*, Francia y Nueva York, 1989.
- Comisión Nacional del Agua, *Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento 1994*, México, febrero de 1995.
- Comisión Nacional del Agua, *Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento 1995*, México, febrero de 1996.
- Comisión Nacional del Agua, *Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento 1996*, México, febrero de 1997.
- Comisión Nacional del Agua, *Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento 1997*, México, febrero de 1998.
- Comisión Nacional del Agua, *Programa de Modernización del Manejo del Agua (Proma)*, México, 1998.
- Comisión Nacional del Agua, *Programa Hidráulico 1995-2000*, México, D.F., febrero de 1996.
- Comisión Nacional del Agua, *Situación del subsector de agua potable, alcantarillado y saneamiento, México, en el año 1998*, México, 1999.
- Field, D., *Financing environmental projects in Mexico, TED case*, <http://www.american.edu/projects/mandala/TED/MEXFIN.HTM>, 1997, pág. 1.
- Flores, E., *Evolución y problemática del saneamiento en México*, Congreso de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, México, 1995.
- Franceys, R., "Private sector participation in the water and sanitation sector", *Water Resources Occasional Papers*, núm. 3, well task prepared for DFID, WEDC, Loughborough University and IHE, Delft, Países Bajos, julio de 1997.
- González V., F. y H. Garduño, "Water resources planning and management in México", *Water Resources Development Journal*, Vol. 10, núm. 3, 1994.
- Güitrón, A., *Experiencia personal*, México, 1995.
- Hernández, I., "Expectativas del subsector de agua y saneamiento", *Revista de la Asociación de Empresas de Agua y Saneamiento*, México, 1995.
- Herrera, C., *El nuevo plan económico y las oportunidades de inversión en el sector hidráulico de México*, México, 1995.
- Idelovitch, E. y K. Ringskog, *Private sector participation in water supply and sanitation in Latin American*, The Inter-

- national Bank for Reconstruction and Development, mayo de 1995.
- INEGI, *Resultados preliminares del XII Censo General de Población y vivienda 2000*, junio de 2000, www.inegi.gob.mx.
- Instituto Internacional de Infraestructura (IHE)/PNUD, *Una estrategia para la formación de capacidades en el sector de los recursos hídricos*, Simposio del PNUD celebrado en Delft, Países Bajos, junio de 1991.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, *Balances hidráulicos*, informe interno, Jiutepec, México, 1999.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, *Informe anual*, Jiutepec, México, 1999, 64 pp.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, *Investigación, desarrollo tecnológico y capacitación en hidráulica urbana*, Coordinación de Tecnología Hidráulica, Jiutepec, México, julio de 1995.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, *Investigación y desarrollo tecnológico en temas asociados a sistemas de agua potable, drenaje, tratamiento de aguas residuales y calidad del agua*, Coordinación de Tecnología Hidráulica Urbano Industrial, Jiutepec, México, octubre de 1993.
- Lee, T. y Jouravlev citan a la Comisión Nacional del Agua (1989) en "Self financing water supply and sanitation services", *Review*, núm. 48, CEPAL, diciembre de 1992, pág. 118.
- Martínez, A.P. y A. Güitrón, *Reporte. Consulta de expertos para revisar las acciones de fortalecimiento institucional en agua potable y saneamiento urbano y rural*, IMTA-PNUD, Guadalajara, México, septiembre de 1996.
- Naciones Unidas, *Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el agua*, Mar de Plata, del 14 a 25 de marzo de 1977, Nueva York, 1977.
- Naciones Unidas, *Recursos hídricos: progresos en la aplicación del Plan de Acción de Mar de Plata*, documento E/C.7/1991/8, Nueva York, 13 de febrero de 1991.
- Ochoa, L. y V. Bourguett, *Reducción integral de pérdidas de agua potable*, IMTA, Jiutepec, México, septiembre de 1998.
- Okun, D.A. y D.T. Lauria, "Formación de capacidades para la gestión del sector de los recursos hídricos", *Actas del simposio del PNUD* celebrado en Delft, Países Bajos, del 3 al 5 de junio de 1991, Nueva York, 1991.
- Ortiz, G., "La política del agua en México, en el marco del desarrollo sustentable", *Ingeniería Hidráulica en México*, vol. XII, núm. 3, II Época, México, 1997, pp. 59-70.
- PNUD, *Declaración de Nueva Delhi. Algo para todos y no más para algunos*, Nueva York, septiembre de 1990.
- Rivera, D., *The reality of public private partnership in water and wastewater sector*, informe interno, Banco Mundial, 1996.
- Rodríguez, M. et. al., *VII Curso Internacional Reducción Integral de Pérdidas de Agua Potable*, Universidad de Guanajuato, IMTA y CEASGTO, Guanajuato, México, septiembre de 1999.

Abstract

Martínez Austria, P., A. Güitrón de los Reyes & V. Bourguett Ortiz, "Priorities on the institutional capacity building in the drinking water and sanitation subsector", *Hydraulic Engineering in Mexico (in Spanish)*, vol. XVI, num. 1, pages 103-117, January-March, 2001.

The Mexican Institute of Water Technology—with the initial support of the United Nations Development Program and afterwards without it—has achieved studies about the institutional strengthening of the drinking water subsector in order to identify the relevant aspects of water management in Mexico and to formulate action proposals as regards the technological development and human resources formation. Firstly, a diagnosis of the drinking water and sanitation subsector in México is presented through the identification and analysis of the main problems that face the water and sanitation utilities in the country. For description and analysis purposes, the problem has been divided in the following four aspects: a) technical and operational, b) environmental, c) commercial and financial, and d) human, legal and institutional. Secondly, four strategies are formulated in the medium and long term to strengthen the subsector from the technological development and human resources formation point of view. They are: 1) water efficiency increment, 2) low cost wastewater treatment implementation, 3) private and social participation strengthening, and 4) financial management improvement. Finally, concrete actions are proposed for each of the formulated strategies.

Key words: institutional strengthening, technological development, drinking water, sanitation, water utilities, capacity building.

Dirección institucional de los autores:

Polioptró Martínez Austria
Correo electrónico: polioptro@tlaloc.imta.mx

Alberto Güitrón de los Reyes
Correo electrónico: aguitron@tlaloc.imta.mx

Víctor Bourguett Ortiz
Correo electrónico: vbougue@tajin.imta.mx

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Paseo Cuauhnáhuac 8532
62550, Progreso, Morelos, México
Teléfono (7) 319 4000