

Informe Anual 2004



Presentación del Director General

El presente informe da cuenta de los principales resultados obtenidos por el Instituto durante 2004, que a continuación se describen en forma sucinta. En materia de tecnología hidráulica, en particular en hidráulica ambiental, en el marco del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, con el patrocinio de la Fundación Gonzalo Río Arronte, se rehabilitaron 15 manantiales cuyos caudales alimentan el lago con una aportación superior a los 700 l/s. A solicitud de Pemex Gas y Petroquímica Básica, y con la finalidad de medir el riesgo de contaminación ambiental, se realizó el estudio geohidrológico y el diseño de un sistema para monitorear las aguas subterráneas de la celda de estabilización de residuos de la unidad minera industrial de Texistepec, Ver. En hidráulica rural y urbana, se realizó el estudio de sectorización en la zona sur de la red de distribución del sistema de agua potable de Tuxtla Gutiérrez, Chis., y en colaboración con la Universidad Autónoma de Chiapas y otras organizaciones locales, se llevaron a cabo dos proyectos piloto para mejorar las eficiencias física y comercial en los distritos hidrométricos de las zonas centro y norte de la ciudad; como resultado, se observó un incremento de la eficiencia física del 13% en esos distritos. A solicitud de la Subdirección General Técnica de la Comisión Nacional del Agua, el IMTA elaboró un manual sobre modelación del cloro residual en redes de agua potable; este trabajo es el primero en materia de modelación de la calidad del agua en redes en América Latina. Asimismo, se elaboraron los estudios técnicos y los proyectos ejecutivos para la rehabilitación y complementación del sistema de colectores en la localidad de Erongarícuaro, Mich., y el diagnóstico integral de los organismos operadores de agua potable y alcantarillado de Pátzcuaro, Tzintzuntzan, Erongarícuaro y Quiroga. Adicionalmente, se desarrolló una metodología para determinar la variación temporal de las fugas en una red de agua potable, con base en mediciones de gasto en las fuentes y simulación estocástica de la demanda real instantánea en los domicilios, que fue aplicada y validada en el sector Humaya de Culiacán, Sin. En obras y equipos hidráulicos, se realizaron 17 proyectos ejecutivos para la instrumentación de algunas de las principales centrales hidroeléctricas del país, a cargo de la Comisión Federal de Electricidad; para asegurar la correcta instalación y funcionamiento adecuado de los medidores de tiempo de travesía de cuatro trayectorias internas, se efectuaron visitas de campo para recabar información y se determinaron los patrones de flujo por medio de un modelo de simulación numérica. Se desarrolló un modelo a escala reducida para re-

visar el funcionamiento hidráulico de la obra de excedencias de la presa Abelardo L. Rodríguez, ubicada sobre el río Sonora en el municipio de Hermosillo, Son., y como resultado se dieron recomendaciones para modificar su estructura. Se diseñó y construyó un banco de pruebas para medidores de tipo propela, turbina o paletas para pozos de agua, en el cual se estudia y valida su funcionamiento cuando el flujo contiene arena. En colaboración con la Universidad Autónoma de Zacatecas, se introdujeron mejoras tecnológicas al sistema de riego denominado tanque de descargas de fondo, instalado en alrededor de veinte huertos familiares en la cuenca del lago de Pátzcuaro. En calidad e hidráulica industrial, la Entidad Mexicana de Acreditación refrendó la acreditación de diez pruebas que se realizan en el laboratorio de calidad e hidráulica industrial del IMTA, con base en la norma NMX-EC-17025-IMNC-2000. Como parte del Programa de Uso Eficiente y Racional del Agua en edificios federales, que ejecuta técnicamente el IMTA bajo la coordinación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se dio apoyo y seguimiento a las 91 instituciones que actualmente participan y se modernizó la página web del Programa.

En materia de tecnología hidrológica, en particular en hidrometeorología, se produjo una versión que considera las fases de acercamiento y alejamiento del sistema de alerta temprana de ciclones tropicales, utilizada por la Dirección General de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación para implementar acciones preventivas ante este tipo de fenómenos. Se rehabilitó el equipo de medición de cinco estaciones meteorológicas que opera Pemex Exploración y Producción en la sonda de Campeche, cuatro de ellas se localizan en plataformas petroleras y una en el puerto Dos Bocas, Tab. Para evaluar la posible afectación de los patrones de circulación atmosférica y la precipitación en la cuenca, debido a las variaciones cíclicas del nivel en el lago de Chapala, se generaron escenarios climáticos mediante el modelo numérico de mesoescala MM5; se concluyó que en el peor de los escenarios, suponiendo que el lago de Chapala llegara a secarse completamente, la lluvia media mensual en la cuenca tendería a disminuir en un 20%, aproximadamente. En hidrología y mecánica de ríos, se realizó un diagnóstico del Cañón de los Laureles, en la cuenca del río Tijuana, que desemboca en California, Estados Unidos, que condujo a formular propuestas para mitigar los problemas de erosión e insalubridad. Asimismo, con motivo de las frecuentes inundaciones que sufre la ciudad de Morelia y su zona conurbada, se hizo un diagnóstico de la situación del sistema de drenaje pluvial y se emitieron recomendaciones para mejorarlo; también se formuló una cartera jerarquizada de proyectos de obras hidráulicas para control y regulación de avenidas. En aprovechamientos hidráulicos, para apoyar a la Comisión Nacional del Agua en los trabajos de reglamentación de las aguas superficiales de la cuenca Lerma-Chapala, orientados a restablecer su equilibrio hidrológico y ambiental, se desarrollaron y aplicaron diversas herramientas de simulación y optimización para buscar y probar políticas óptimas de asignación del agua; los trabajos dieron el soporte científico-tecnológico para llevar a buen término las negociaciones del nuevo convenio de coordinación y concertación para el manejo de las aguas superficiales de la cuenca, firmado por los cinco gobernadores de los estados de la cuenca y ratificado por los usuarios. Para atenuar la sobreexplotación del acuífero Valle del Mayo provocada

por la reciente sequía y el manejo errático de la presa Adolfo Ruiz Cortines, que ha impedido satisfacer los volúmenes de aguas superficiales comprometidos con el distrito de riego 038 Río Mayo, Son., se determinaron las políticas de operación conjunta, utilizando metodologías basadas en programación dinámica; como resultado, se recomendó una política que permite eliminar el déficit en los volúmenes comprometidos con el distrito y reducir las extracciones del acuífero. A solicitud de la Comisión Federal de Electricidad y con el objeto de incrementar la capacidad instalada conjunta de las centrales El Infiernillo y La Villita, empleando un modelo dinámico de simulación-optimización, se determinó que el esquema óptimo de ampliación debe ser de 500 y 400 MW, respectivamente. En hidrología subterránea, a solicitud de la Comisión Estatal de Aguas de Querétaro, se llevó a cabo un estudio aplicando un modelo numérico de flujo calibrado, para evaluar el impacto de la construcción de la presa Extóraz en la recuperación de los niveles del acuífero del valle de Querétaro, cuyas aguas actualmente se utilizan para abastecimiento de la ciudad de Querétaro; los resultados obtenidos muestran una recuperación promedio de 50 m en los niveles del acuífero, gracias a que dejarán de extraerse $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$, al sustituirlos por agua proveniente de la presa. El Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Morelia, Mich., solicitó al IMTA un estudio para determinar el origen de las inundaciones en el ejido Morelos, localizado 4 km al suroeste de Morelia, debido a que los ejidatarios argumentaban que las filtraciones del canal que abastece a la ciudad, contribuían a las inundaciones en sus parcelas; los resultados indicaron que, por sus características topográficas, el ejido constituye una planicie de inundación sin drenaje suficiente para desalojar los volúmenes de escurrimiento superficial generados por las lluvias que causan las inundaciones.

En materia de tecnología de tratamiento y calidad del agua, en particular en calidad del agua, se mejoró el sistema de desinfección de agua a nivel casero, utilizando la radiación ultravioleta del sol, denominado SODIS; con el uso de un concentrador solar diseñado en el Instituto y con anillos de vidrio con dióxido de titanio se logró reducir el tiempo de exposición al sol de 12 h a 15 min, aun en días nublados, sin recrecimiento de colonias bacterianas. Se implementó el método de identificación de bacterias por medio de ácido desoxirribonucleico, que detecta, además de bacterias comunes en el medio, bacterias latentes, anaerobias o de difícil reproducción; al aplicar la técnica en agua residual de la industria petroquímica, se reconocieron varias familias bacterianas, hasta obtener una mezcla de microorganismos con capacidad degradadora de dichos efluentes. En hidrobiología y evaluación ambiental, a solicitud de la Comisión Nacional del Agua, se realizó el estudio de la contaminación difusa que provocan las aportaciones de fósforo y nitrógeno, en las siete subcuencas de la cuenca baja del río Lerma; los resultados indican que si se controlan las fuentes de contaminación puntual de la subcuenca Corrales, la calidad del agua del río Lerma presentaría una importante recuperación y se disminuiría considerablemente la aportación de nutrientes al lago de Chapala. Para completar los estudios para la manifestación de impacto ambiental por la posible construcción de la presa Extóraz, la Comisión Estatal de Aguas de Querétaro solicitó al Instituto la propuesta de alternativas para medi-

das de compensación para el área afectable; al respecto se plantearon dos alternativas para la creación de una nueva área natural protegida para la zona y se analizó la posibilidad de crear un fideicomiso para el pago de servicios ambientales por recaudación de los consumidores del agua de la presa. A solicitud de la Comisión Federal de Electricidad, se llevó a cabo el estudio para el dictamen de factibilidad ambiental de la presa La Parota, Gro.; se concluyó que el proyecto hidroeléctrico es ambientalmente factible. Se realizaron estudios para establecer las bases de un programa de saneamiento en la cuenca del río Apatlaco, Mor.; se identificaron dos tramos críticos sobre el río, el de la zona metropolitana de Cuernavaca y el que se ubica entre las confluencias del río Apatlaco con el arroyo Poza Honda y del mismo río con el río Yautepec; además, un punto crítico de contaminación es el ingenio Emiliano Zapata. En potabilización, se efectuó un proyecto para Servicios Industriales Peñoles, S.A. de C.V., relacionado con la desinfección de agua potable con plata; los resultados de laboratorio mostraron que la desinfección con este metal, solo o en combinación con peróxido de hidrógeno, evita el recrecimiento de bacterias de importancia sanitaria y no altera las características organolépticas del agua; sin embargo, no hay certeza aún en cuanto a la cinética de agotamiento intrínseco de la mezcla. En comunidades rurales del norte de Morelos, se llevó a cabo la primera etapa del proyecto para captar y potabilizar agua de lluvia para uso y consumo humano, a niveles domiciliario y colectivo, que consistió en el diseño de las instalaciones y de una planta de tratamiento de filtración en múltiples etapas. Para la empresa Productos Agrícolas AMEX, S. de R. L. de C.V., con sede en Chiapas, se diseñó un sistema de tratamiento del agua utilizada en el lavado de mango para exportación a países que exigen que la calidad del líquido sea potable; la planta diseñada, además de eliminar el mal olor del agua, opera actualmente con eficiencias de remoción promedio del 98% para manganeso, del 97.4% para hierro y del 100% para coliformes totales. A solicitud de la Comisión Estatal de Aguas de Querétaro, se definió el proceso de tratamiento para una planta potabilizadora con capacidad de 2.5 m³/s que abastecería a las ciudades de Querétaro, Cadereyta, Bernal, Ezequiel Montes y Colón, Qro., con agua captada en la presa Extóraz; el agua tratada con el tren de tratamiento propuesto cumplió con todos los requisitos que exige la norma NOM 127-SSA1-1994 y los lodos podrán ser dispuestos sin riesgo en rellenos sanitarios. Se llevó a cabo la segunda etapa de un estudio relacionado con los efectos que pudiera tener el volumen de agua almacenado en el lago de Chapala, sobre la salud de los habitantes de la zona; los resultados mostraron que el volumen de agua almacenado tiene influencia en la concentración de arsénico, mercurio y plomo en la columna de agua, así como en el riesgo de exposición a estos contaminantes. Se adaptó un sistema para desalar agua utilizando energía solar, para ello se fabricaron tres dispositivos con acrílico, cuyo costo se considera muy elevado para las comunidades rurales que lo utilizarían, por lo tanto, para disminuir costos, será necesario evaluar técnica y económicamente otros materiales como el politereftalato de etileno, el policloruro de vinilo y el vidrio. En tratamiento de aguas residuales, se desarrollaron varios proyectos para el saneamiento del lago de Pátzcuaro, utilizando la tecnología de humedales artificiales; en la localidad de Cucuchucho, municipio de Tzintzuntzan, Mich., se

instaló un humedal de 1 l/s para el tratamiento de las aguas residuales generadas por alrededor de novecientos habitantes; las primeras evaluaciones resultaron muy satisfactorias ya que los efluentes cumplen con las normas para su uso en riego agrícola y su descarga al lago no favorece su eutroficación. Se inició un estudio para evaluar la efectividad de algunos microorganismos en la degradación de contaminantes recalcitrantes en aguas residuales industriales; para ello se utilizaron bacterias cultivables y un efluente con compuestos petroquímicos difíciles de degradar; se identificaron sólo dos géneros de bacterias, que la literatura reporta como degradadoras de hidrocarburos.

En materia de tecnología de riego y drenaje, en particular en ingeniería de riego, a solicitud de los productores del ingenio Cuatotolapam, Ver., y de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, se elaboró un plan de tecnificación para la reconversión productiva de la caña de azúcar, que considera, en una primera etapa, la nivelación de suelos cada vez que se realice el volteo de cepa y la instalación y mantenimiento de drenes colectores y parcelarios superficiales. Se capacitó a personal de los distritos y los módulos de riego en el uso del sistema de cómputo *Sistag-CNA* para editar el informe estadístico agrícola e hidrométrico del ciclo 2002-2003, donde se concentra la información de producción agrícola, superficies regadas y volúmenes distribuidos en los distritos de riego. En contaminación y drenaje agrícola, a solicitud de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, y el Comité Técnico de Aguas Subterráneas de Laguna Seca, Gto., se efectuó un estudio con el propósito de plantear alternativas para disminuir el déficit y estabilizar el acuífero. A solicitud de los productores rurales de Tláhuac, D.F., y de la Secretaría de Alimentación, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación se llevó a cabo un estudio sobre la calidad del agua proveniente de la planta de tratamiento del Cerro de la Estrella en Iztapalapa, D.F., con la cual se riegan aproximadamente 950 ha del ejido Mixquic; como resultado se observó que la calidad sanitaria del agua que llega al ejido es adecuada para el riego de cultivos, ya que su contenido de coliformes fecales y huevos de helminto cumple con la NOM-001-SEMARNAT-1996; sin embargo, las filtraciones y descargas accidentales de agua residual cruda proveniente del municipio de Amecameca, Méx., producidas por fallas en los canales de conducción, elevan las concentraciones de organismos patógenos, por lo que se recomendó el adecuado mantenimiento de los canales y de sus estructuras de control. En colaboración con la Comisión Nacional del Agua, en una parcela del distrito de temporal tecnificado 001 La Sierra, Tab., se instaló un sistema de drenaje agrícola subterráneo para desalojar los excedentes de agua en la época de lluvias y retenerla durante el estiaje, el cual será evaluado en el presente ciclo agrícola con la parcela sembrada de sandía; asimismo, en colaboración con el ingenio de Huixtla y el distrito de temporal tecnificado 018 Huixtla, Chis., se evaluó el impacto del drenaje subsuperficial en una parcela de 7 ha sembrada de caña; los resultados indican que los rendimientos en una parcela con drenaje superan en un 25% a los que se obtienen en parcelas con manejo tradicional. En conservación de cuencas, con el objeto de identificar las áreas con necesidades de recuperación forestal y desarrollar estrategias para restituir la vegetación arbórea y arbustiva, se elaboraron los programas Hi-

drológico-Forestales para las regiones V Pacífico Sur, VII Cuencas Centrales y XI Frontera Sur; para lograr la recuperación forestal en las superficies identificadas, se propusieron los modelos de reforestación apropiados y se estimó el costo promedio de recuperación. A solicitud de la Comisión Nacional del Agua, se levantó un inventario de las superficies en las que se aplican sistemáticamente prácticas conservacionistas en la cuenca de Valle de Bravo, que tuvo como propósito evaluar el grado de asimilación y adopción por los productores de estas tecnologías; se concluyó que en el 33% de la superficie de uso agropecuario se aplican cotidianamente dichas prácticas. Con el uso del sistema de evaluación de la erosión en agrosistemas, desarrollado por el IMTA, se estimó la tasa de erosión a nivel de parcela en la cuenca del lago de Pátzcuaro. En operación y mantenimiento de infraestructura hidroagrícola, con la participación de personal de la Comisión Nacional del Agua y de las asociaciones de usuarios de riego, se realizó la evaluación de 76 proyectos de tecnificación en 44 módulos de 13 distritos de riego; se concluyó que la eficiencia de conducción y la productividad de la tierra y del agua se incrementaron 21, 24 y 42%, respectivamente. A solicitud de la Comisión Nacional del Agua se desarrolló un sistema para actualizar la información social, económica, técnica y productiva, que sirve para formular los planes directores de los distritos de riego del país. Asimismo, se desarrolló el sistema de información de unidades de riego, al que se incorporaron datos de cincuenta unidades de riego de diez entidades federativas. Además, se apoyó a los productores de 88 unidades de riego de cinco estados, en la organización y formación de asociaciones civiles de usuarios y en la elaboración de sus reglamentos; para fortalecer la organización se proporcionó asesoría a 521 técnicos y directivos sobre aspectos de operación, conservación, riego parcelario y administración de unidades de riego. Con la participación de técnicos de asociaciones de usuarios y de las áreas de operación de diez distritos de riego del país se elaboró un manual de procedimientos de operación de distritos de riego que toma en cuenta la nueva estructura organizativa y las responsabilidades de las jefaturas de distrito, de las sociedades de responsabilidad limitada, de las asociaciones civiles de usuarios y de los productores. Asimismo, se elaboraron cien proyectos ejecutivos para la instalación de sistemas de monitoreo de caudal en puntos de entrega-recepción de agua en tres distritos de riego. A solicitud de la Gerencia Regional Baja California de la Comisión Nacional del Agua, se instalaron y pusieron en operación los equipos de telemedición para la supervisión y operación remota de las obras de cabeza del distrito de riego 014 Río Colorado, B.C., y se capacitó al personal de operación y de hidrometría en la configuración, manejo y conservación del equipo instalado en cada estructura. En el distrito de riego 005 Delicias, Chih., se instaló el sistema de pronóstico del riego en tiempo real (*SPRITER*), desarrollado en el Instituto, que permite contabilizar el volumen aplicado a cada parcela y definir un balance del agua, con objeto de calendarizar los requerimientos de riego de los cultivos.

En materia de tecnología de comunicación, participación e información, en particular en comunicación, se produjeron cinco videos con los que se realizó una campaña de comunicación para estimular el intercambio de ideas, conocimientos e información sobre la problemática ambiental, entre las instituciones y los habitantes de la cuenca del lago

de Pátzcuaro; durante la campaña se realizaron 396 sesiones de información en 28 comunidades en las que participaron 9,978 personas. Con el objeto de fortalecer la gestión y organización de las unidades de riego, la mayoría a cargo de particulares, por solicitud de la Comisión Nacional Agua, se produjo la serie "La estrategia de la CNA para la modernización de las unidades de riego" compuesta de ocho videos que muestran el avance alcanzado en la materia en siete entidades federativas. Con el fin de inducir hábitos adecuados para el consumo de agua en el ámbito doméstico, se produjeron cinco *spots* para televisión utilizando técnicas de animación digital y 41 programas radiofónicos, 28 en colaboración con la Universidad Autónoma del Estado de Morelos y 13 con el Instituto Mexicano de la Radio. En participación social, a solicitud del Instituto Mexicano del Petróleo, se realizó un estudio social en 13 municipios de Tabasco y sur de Veracruz donde opera Pemex, con el fin de caracterizar la percepción y actitud de los pescadores, ganaderos y agricultores de la región, respecto al impacto socioeconómico y ambiental de las actividades de esta paraestatal; entre los resultados destaca que sólo el 11.6% de los pescadores atribuye a las actividades de Pemex el que haya disminuido la captura. Con financiamiento del fondo mixto Conacyt-Gobierno del Estado de Puebla, se realizó un diagnóstico socioambiental en 17 municipios indígenas nahuas y totonacos de la zona nororiente de Puebla, cuyo objetivo fue contar con información para formular un programa integral de desarrollo sustentable, considerando la percepción de los pobladores sobre los principales problemas ambientales, particularmente los relacionados con el agua; con el estudio se detectó que los pobladores asocian los problemas de salud, con aspectos de contaminación de cuerpos de agua, mala planeación del drenaje y presencia de un gran relleno sanitario en la cabecera municipal de Cuetzalan. Asimismo, para promover el uso de tecnologías alternativas en comunidades indígenas de los Altos de Chiapas, se organizaron talleres participativos con enfoque de género acerca del acceso y manejo del agua, el rol de hombres y mujeres en la utilización de leña como combustible, la relación que existe entre la salud comunitaria y el manejo de los recursos naturales, y el impacto del cambio tecnológico en las comunidades; como resultado de esta promoción se construyeron estufas ahorradoras de leña y cajas para la desinfección solar del agua en 61 hogares, al tiempo que se capacitó a un grupo de mujeres indígenas como promotoras de estas tecnologías. Con financiamiento del fondo mixto Conacyt-Gobierno de Hidalgo y con el objeto de detectar los problemas en el uso del agua para consumo humano, se llevó a cabo un diagnóstico participativo y se realizaron talleres comunitarios en los municipios de Huejutla de Reyes, Calnali y Atlapexco de la Huasteca Hidalguense. Se aplicó una encuesta a 592 usuarios en 12 comunidades representativas de la cuenca del río Moctezuma, y se detectó que en la parte media de la cuenca prácticamente no existen sistemas de abastecimiento mediante tuberías. Se efectuó un estudio para caracterizar los diversos tipos de organizaciones que existen en las unidades y módulos de riego de la cuenca Lerma-Chapala; se detectó que existe una marcada heterogeneidad organizativa, la ausencia de información sobre los problemas ambientales de la cuenca y la escasa disposición de los agricultores de las unidades de riego a ceder agua para mantener el nivel del lago de Chapala. En editorial y gráfica, con fi-

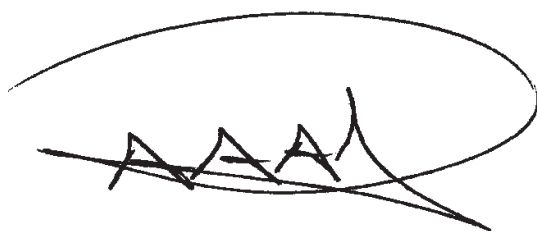
nanciamiento del *International Development Research Centre* de Canadá, se editó y distribuyó el libro *Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas. Estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones*. Se editaron y distribuyeron cuatro números de la revista *Ingeniería Hidráulica en México*, segunda época, y se publicaron los libros: *Mercados de agua y Banco de agua*. En servicios de información tecnológica, se diseñó un centro de información que tendrá por objeto identificar, recopilar, organizar y difundir información que sea de utilidad para la gestión integral de la cuenca del lago de Pátzcuaro.

En materia de desarrollo profesional e institucional, en particular en tecnología educativa, en el marco del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, se desarrollaron los manuales y auxiliares didácticos con los que se impartieron siete talleres técnicos y cuatro sobre construcción de cisternas y biofiltros con la participación de 222 personas. Para los integrantes de los consejos de cuenca de los ríos Coatzacoalcos, Papaloapan y del Tuxpan al Jamapa, así como de sus órganos auxiliares, se impartieron tres talleres sobre gestión integrada del agua por cuenca hidrológica, con la asistencia de 16, 22 y 39 participantes, respectivamente. Dentro del programa abierto de capacitación que incluye cursos, talleres y diplomados, dirigidos a organismos operadores de agua potable, gerencias regionales de la Comisión Nacional del Agua, módulos y unidades de riego, se capacitó a 308 usuarios nacionales y extranjeros en 24 eventos. Se logró el registro del IMTA ante la Secretaría de Educación Pública como institución prestadora de servicios educativos, con la fundamentación del posgrado en Ciencia y Tecnología del Agua y su estructura curricular. En desarrollo institucional, se impartieron treinta talleres del programa educativo ¡Encaucemos el Agua!, a 704 maestros y educadores no formales en 14 entidades federativas; asimismo, se realizaron diez talleres en los que participaron 208 educadores de la cuenca del lago de Pátzcuaro; a solicitud del Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable, se capacitó a 42 instructores, en su mayoría de las delegaciones estatales de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, los que junto con otros instructores externos, capacitaron a su vez a 975 educadores de varios estados; dentro del marco del convenio con el *Proyecto WET Internacional*, se impartieron sendos talleres en Jamaica, Costa Rica y Argentina. Con el objeto de apoyar el desarrollo de capacidades locales en materia de educación ambiental con énfasis en el recurso agua, se concluyó la guía educativa *Descubre una cuenca: el lago de Pátzcuaro*, en la que participaron activamente maestros y educadores no formales de dicha región; se imprimieron cinco mil ejemplares de la guía, que serán distribuidos entre educadores y otras personas interesadas en la cuenca. En tecnología informática, se desarrolló la primera versión del sistema *SEISO*, con sus manuales técnico y del usuario, para la evaluación del impacto social de los proyectos que se desarrollan en el marco del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro. Con el propósito de utilizar nuevas tecnologías para la capacitación, se desarrolló un producto tecnológico denominado *IMTA-SEAWEB*, el cual consta de un conjunto de herramientas para producir, administrar, distribuir y comercializar por internet cursos de capacitación que ofrece el Instituto; a la fecha se cuenta con tres cursos piloto. En tecnología económica y financiera del agua, en mate-

ria de certificación de personal para instrumentar el Sistema Nacional del Servicio Civil de Carrera del Sector Agua, se conformó el centro de evaluación del IMTA y se inició la capacitación de 17 especialistas como evaluadores. Se desarrolló un modelo para la constitución y regulación de un banco del agua en la cuenca Lerma-Chapala, que fue ampliamente discutido y consensado con el personal y autoridades de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y de la Comisión Nacional del Agua. Se definieron los esquemas de tarifas de agua potable a partir de los flujos de caja, que permiten evaluar económica y socialmente las inversiones futuras en los sistemas de agua potable, así como determinar los rangos máximos permisibles de tarifas y energía que hacen rentables las inversiones; dicha metodología se validó con datos del sistema operador de agua potable de Zacatecas, Zac., y se aplica actualmente en el sistema de agua potable de Temixco, Morelos.

A finales de 2004 el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, organismo certificador, practicó la segunda auditoría de vigilancia al Sistema de Gestión de la Calidad del Instituto. El grupo auditor no detectó no conformidades, sólo indicó cuatro oportunidades de mejora y concluyó que el IMTA cuenta con un sistema de calidad que opera de acuerdo con los requisitos establecidos por la norma ISO 9001:2000.

Gracias a la dedicación y compromiso de toda la comunidad del IMTA se obtuvieron los resultados descritos.

A handwritten signature in black ink, consisting of several stylized, overlapping loops and lines, enclosed within a large, thin oval shape.

Dr. Álvaro A. Aldama Rodríguez

Contenido

Tecnología Hidráulica		Tecnología de Comunicación, Participación e Información	
Hidráulica ambiental	15	Comunicación	45
Hidráulica rural y urbana	16	Participación social	46
Obras y equipos hidráulicos	18	Editorial y gráfica	48
Calidad e hidráulica industrial	19	Centro de Consulta del Agua	50
Tecnología Hidrológica		Desarrollo Profesional e Institucional	
Hidrometeorología	21	Tecnología educativa	53
Hidrología y mecánica de ríos	23	Desarrollo institucional	54
Aprovechamientos hidráulicos	24	Tecnología informática	55
Hidrología subterránea	26	Tecnología económica y financiera del agua	56
Tratamiento y Calidad del Agua		Administración	
Calidad del agua	29	Recursos financieros	59
Hidrobiología y evaluación ambiental	30	Recursos humanos	60
Potabilización	32	Recursos materiales	60
Tratamiento de aguas residuales	34	Sistema Integral de Información (SII) de la SHCP	60
Tecnología de Riego y Drenaje		Glosario	61
Ingeniería de riego	37	Catálogo de proyectos	62
Contaminación y drenaje agrícola	38	Organigrama	77
Conservación de cuencas	40	Directorio	78
Operación y mantenimiento de infraestructura hidroagrícola	42		