

CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA PARA LA GESTIÓN SUSTENTABLE DEL AGUA



Informe 2007



IMTA[®]
Instituto Mexicano de
Tecnología del Agua

SEMARNAT



SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES

CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA PARA LA GESTIÓN SUSTENTABLE DEL AGUA

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Informe 2007





Índice

PRESENTACIÓN	4
El IMTA en México	4
Mensaje del Director General	5
Giro estratégico del IMTA	7
El IMTA en síntesis	9
RESULTADOS RELEVANTES	14
Innovación y desarrollo tecnológico	15
Asesoría y servicios tecnológicos	22
Formación de recursos humanos	42
Promoción y difusión del conocimiento	47
Algunos hechos importantes	56
RECURSOS AL SERVICIO DE LA INVESTIGACIÓN	58
Infraestructura	59
Administración	65
SIGLAS Y ACRÓNIMOS	67



Presentación

El IMTA en México



Mensaje del Director General

Amables lectores:

En los países en desarrollo, donde los recursos son escasos y los problemas ingentes, la ciencia y la tecnología no pueden ocupar un lugar secundario.

Aspiramos a incorporarnos a la Sociedad del Conocimiento del siglo XXI. Para lograrlo, debemos esforzarnos; más aún, si deseamos atender las cada día más complejas e interrelacionadas demandas y necesidades de nuestras sociedades, requerimos nuevas e innovadoras formas de abordaje, orientadas por una mejor comprensión de la diversa realidad ambiental y social.

En consecuencia, la responsabilidad social de las instituciones, centros de investigación y desarrollo tecnológico, es mayúscula, porque se espera que aporten las innovaciones en alternativas y soluciones que posibiliten, a las actuales y futuras generaciones, el acceso a mejores estadios de bienestar.

En el caso particular del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), nuestro compromiso es transitar hacia una gestión más eficaz de los recursos que la sociedad nos ha asignado, y contribuir a alcanzar la seguridad hídrica de nuestro país, impactando positivamente las condiciones de vida de todos los mexicanos.

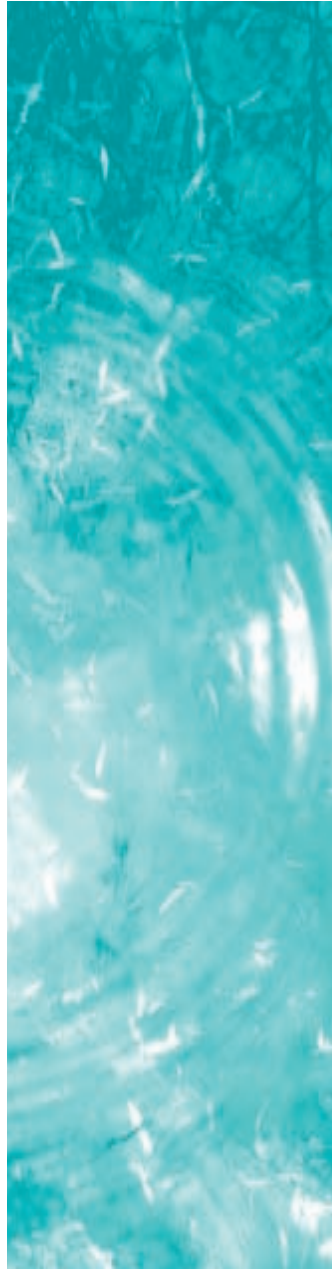
El Plan Estratégico Institucional 2007-2012 alinea nuestra Misión, Visión y los objetivos generales y estratégicos hacia ese fin, canalizando, con una visión científica y técnica, todos nuestros esfuerzos a soportar las decisiones que se tomen en materia de aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos en los ámbitos federal, estatal y municipal, considerando los puntos de vista de los distintos actores sociales y económicos.

De esta forma, durante 2007, nos abocamos a robustecer nuestra vinculación institucional con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), la Comisión Nacional del Agua (Conagua), la Comisión Federal de Electricidad (CFE), Petróleos Mexicanos (Pemex), con las comisiones estatales de Agua y Saneamiento, con la Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento (ANEAS), con la Asociación Nacional de Usuarios de Riego (ANUR) y con los organismos operadores de casi todas las entidades del país. Asimismo, el IMTA colaboró como entidad asesora especializada para las comisiones de Recursos Hidráulicos de las honorables cámaras de Senadores y Diputados.

Con la firma de un convenio de cooperación académica con la Universidad Politécnica de Catalunya, y el fortalecimiento de nuestra relación con la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto Politécnico Nacional y el Colegio de Postgraduados, entre otras instituciones de prestigio académico, se amplió y robusteció nuestra oferta de capacitación, educación continua, desarrollo tecnológico y de investigación, contribuyendo a formar a más y mejores especialistas.

A manera de ejemplo de los logros del Instituto, que se reseñan en este informe, me gustaría mencionar que con patrocinio de la Fundación Gonzalo Río Arronte y el Gobierno del Estado de Michoacán se concluyó una etapa más del rescate del lago de Pátzcuaro que, entre otros beneficios, ha permitido alcanzar una calidad del agua adecuada para las actividades pesqueras. En Pátzcuaro no sólo se ha detenido el deterioro de la calidad del agua, sino que ha comenzado a revertirse. Este es un caso exitoso, paradigmático, del efecto catalizador del conocimiento y la tecnología.

Asimismo, se dio soporte tecnológico en materia de alertamiento de fenómenos hidrometeorológicos extremos a





Pemex y, en la medición de caudales, a la CFE. También, con esta última institución, hemos colaborado para encontrar soluciones técnicas viables en el taponamiento del río Grijalva.

Es importante señalar que durante las inundaciones que afectaron al estado de Tabasco, especialistas del IMTA se sumaron a la atención de la población damnificada, aportando su conocimiento y experiencia en el manejo de tecnología de potabilización, con lo que se amplió la capacidad de potabilización de emergencia ofrecida a la población.

Impulsamos y fortalecimos líneas de investigación aplicada para conocer los efectos que el cambio climático tendrá sobre los recursos hídricos de México; los problemas de contaminación puntual y difusa en cuerpos de agua con objeto de proponer medidas que prevengan, detengan y revertan su contaminación, y se continuó con la modelación de fenómenos climáticos que posibiliten contar con sistemas de alertamiento a la población.

Se desarrollaron tecnologías no convencionales de potabilización y para el tratamiento de aguas residuales que disminuyen costos y permiten a las autoridades proveer a más mexicanos de estos servicios básicos; se realizaron estudios sociales y económicos en zonas marginadas para entender los mecanismos de adaptación y apropiación de tecnología en estas comunidades; y se concluyeron investigaciones antropológicas de diferentes culturas indígenas de nuestro país, a efecto de rescatar y preservar su conocimiento ancestral en materia hídrica.

Nuestra producción bibliográfica fue significativa y la participación en revistas y congresos científicos y tecnológicos permitió fortalecer la presencia de nuestros especialistas e investigadores en los ámbitos nacional e internacional.

Por otra parte, cabe resaltar que en el transcurso del año el número de consultas externas a los dos sitios web del Instituto rebasó considerablemente el estimado.

Amigos:

Lo reseñado es una muestra de lo que realizamos durante 2007 que, sin duda, fue un año de buenos resultados para el IMTA. Esto fue posible gracias a la entrega, compromiso, capacidad y dedicación de todos los que en él laboran.

Lo alcanzado nos permite ser optimistas, pero no es suficiente. Nuestro compromiso con la sociedad mexicana va mucho más allá de la enumeración de logros.

Queremos ser una institución que, insertada en un mundo globalizado, no abandona su raíz milenaria. Tenemos mucho que aprender, es cierto, pero también mucho que mostrar.

Por ello, nuestro compromiso trasciende los resultados fríos; queremos que nuestro Instituto sea punta de lanza en la Sociedad del Conocimiento en el sector agua, para que éste sea un elemento de inclusión y equidad.

Queremos ser un Instituto que comparte con la sociedad mexicana el conocimiento que en él se genera. A ella nos debemos y por ella continuaremos trabajando con denuedo.

Dr. Polioptro F. Martínez Austria
Director General

Giro estratégico del IMTA

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua es un centro de investigación y desarrollo tecnológico que trabaja en las diversas áreas de la gestión de los recursos hídricos, en las vertientes de investigación aplicada y desarrollo, de asesoría especializada, formación de recursos humanos, disseminación y difusión del conocimiento.

Hoy en día, el Instituto, constituido por una plantilla de 403 personas y una amplia infraestructura, se transforma para alinear sus actividades al servicio de los mexicanos y la preservación de sus recursos hídricos, para lo cual se guía por su definición de misión:



Producir y disseminar conocimiento y tecnología para lograr la gestión sustentable de los recursos hídricos de México.

Para lograrlo, el IMTA fija el rumbo por medio de sus objetivos institucionales:

- Contribuir a innovar la gestión del agua en México, mediante el conocimiento, la tecnología y la formación de recursos humanos.
- Incorporar al sector agua en la sociedad del conocimiento.
- Crear o adaptar tecnologías y proveer de servicios tecnológicos altamente especializados, que creen valor agregado para las instituciones del sector.

Estos principios orientadores, se concretan en los siguientes objetivos estratégicos:

- Participar significativamente en el cumplimiento de las metas prioritarias del sector agua y medio ambiente, así como en la solución de los principales problemas coyunturales y de largo plazo, nacionales y regionales de este sector.
- Consolidar al IMTA como agente de transformación e innovación tecnológica del sector.





- Constituir al IMTA como centro del conocimiento del agua en México, referencia obligada. Al servicio de la sociedad mexicana.
- Consolidar al IMTA como el principal centro de formación y capacitación de recursos humanos del sector.
- Desarrollar y adaptar tecnologías que modernicen el uso del agua en México, con el mayor valor agregado posible.
- Ser la institución líder que oriente y promueva la actividad de investigación, desarrollo, adaptación y transferencia de tecnología del agua en México.
- Fortalecer institucionalmente al IMTA como una institución eficiente y de excelencia.



A su vez, el grado de avance de estos objetivos se mide con el cumplimiento de metas concretas, establecidas en un sistema de indicadores estratégicos, como se describe a lo largo de este informe.

Como una institución dinámica que quiere ser primera en los procesos de cambio del sector, el Instituto ha emprendido una serie de transformaciones operativas e institucionales a corto y mediano plazos para materializar nuestras contribuciones dirigidas a: apoyar el cumplimiento de las metas del sector, fijadas en el Plan Nacional de Desarrollo y en los programas nacionales Hídrico y del Medio Ambiente; fortalecer las capacidades institucionales del sector;



formar y actualizar recursos humanos; incrementar el conocimiento del agua y sus recursos asociados; impulsar una nueva ética del agua, y orientar y promover la investigación, así como el desarrollo, adaptación y transferencia de tecnologías innovadoras, con alto valor agregado.

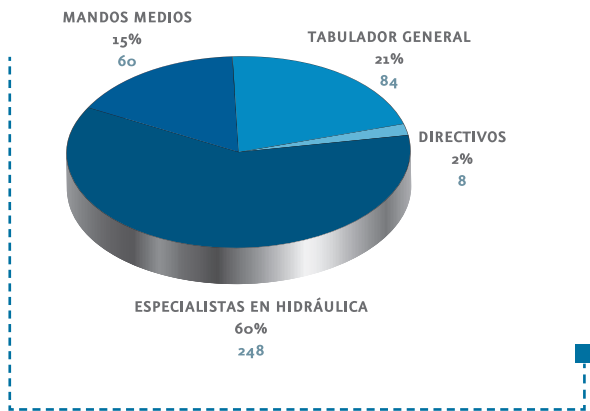
Para finalizar, cabe señalar que en este contexto de transformación institucional se ha renovado la imagen del IMTA en la que el logotipo, que forma un México constituido por ondas concéntricas expansivas impulsadas por la tecnología y conocimiento, es un elemento de comunicación que establece su identidad gráfica.

IMTA 2007

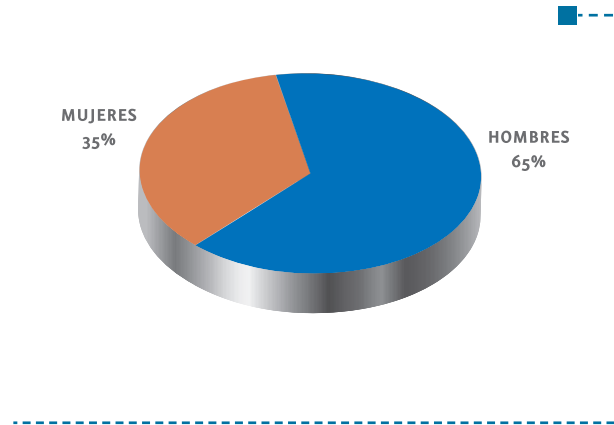
en síntesis

Potencial humano

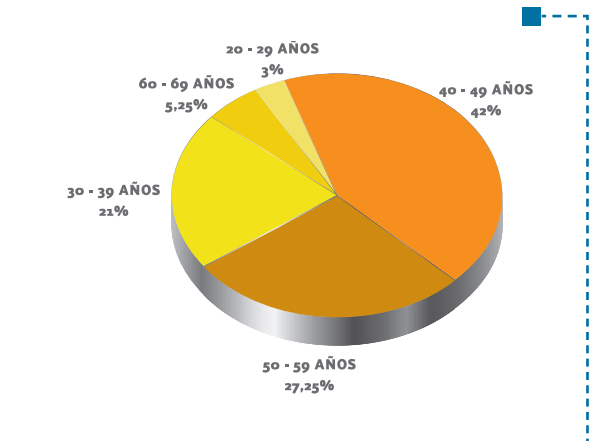
Personal por puesto



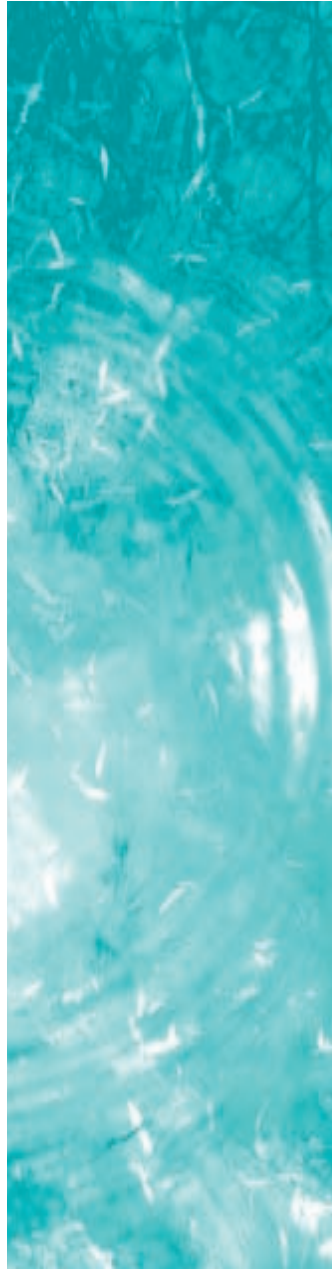
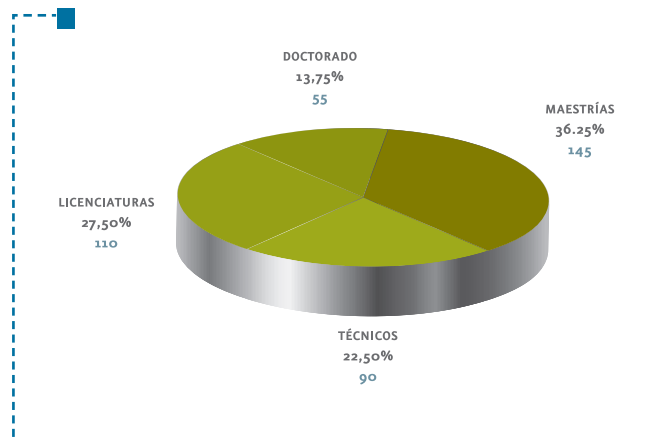
Personal por género



Personal por edad



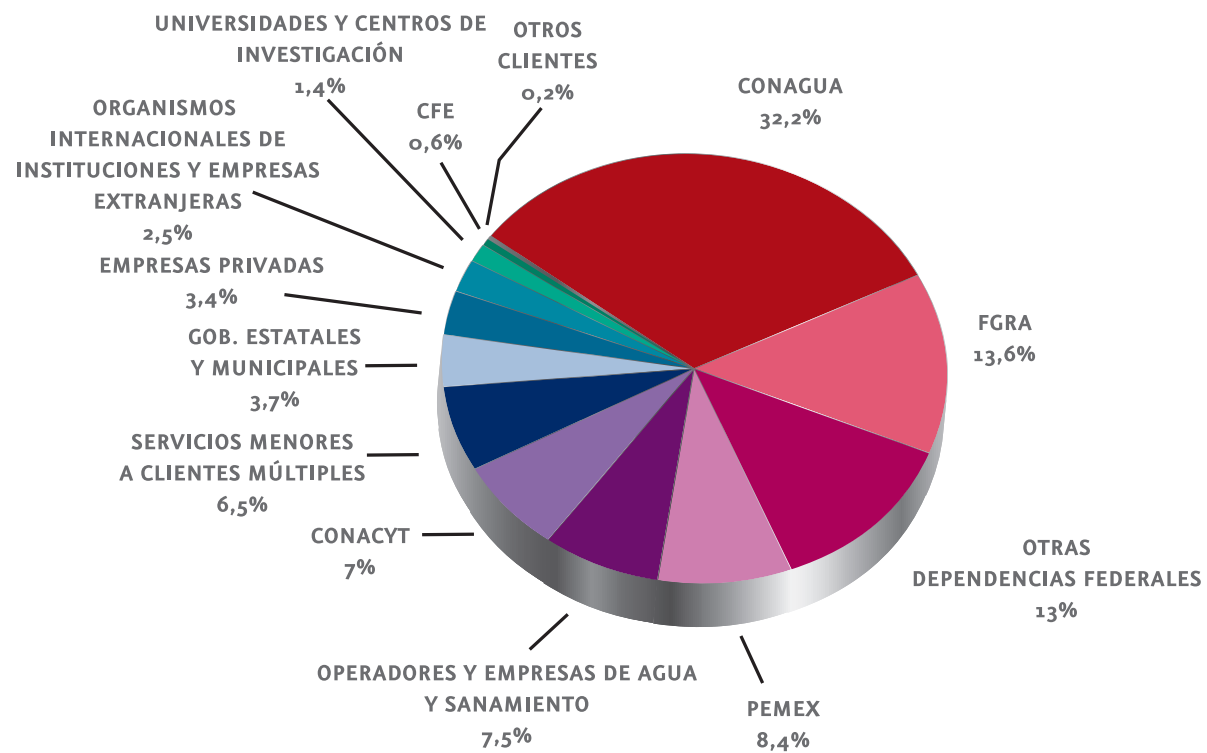
Personal por grado académico





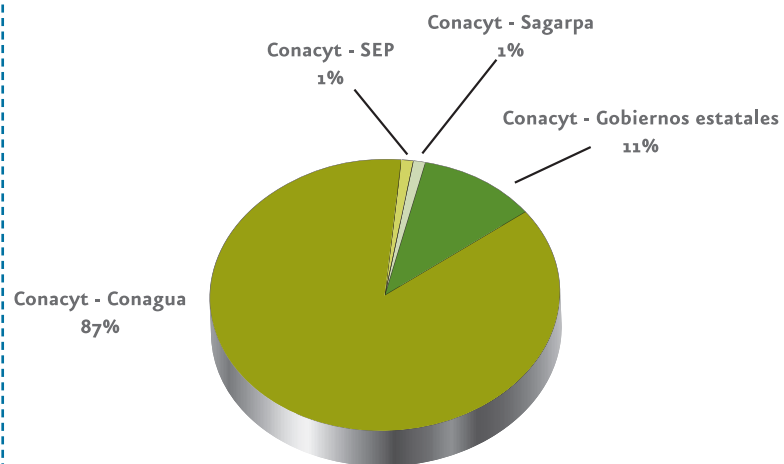
Instituciones

Instituciones con las que colabora el IMTA



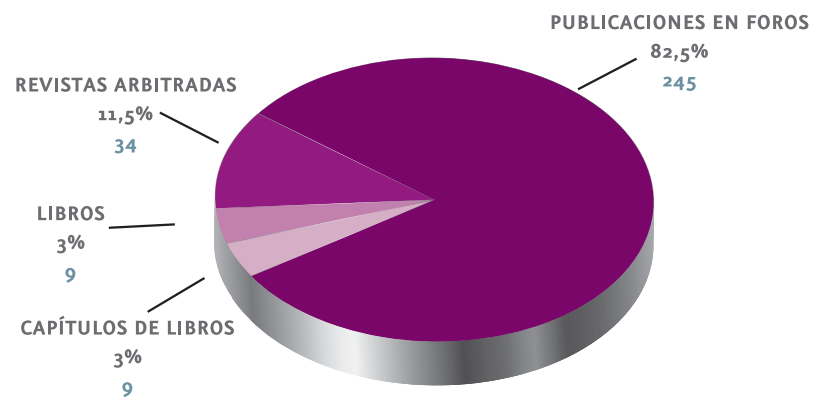


Participación en fondos Conacyt



Producción

Publicaciones científicas del IMTA





Libros editados

Efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México

Acciones para la recuperación ambiental de la cuenca Lerma-Chapala

Simposio Internacional Entomología Acuática Mexicana: Estado Actual de Conocimiento y Aplicación

Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad. Prioridades en México

Requerimientos para la implementación de caudal ambiental en México

Memoria ilustrada del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro. Avances 2003-2007

Manuales de instalación de tecnologías apropiadas en materia de agua para vivienda rural (serie de nueve manuales)

Gestión y regulación de los servicios de agua potable y saneamiento. La experiencia mexicana e internacional

La gestión del agua en la cuenca del río Amacuzac: diagnósticos, reflexiones y desafíos



Patentes

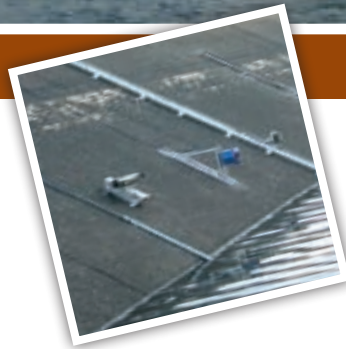
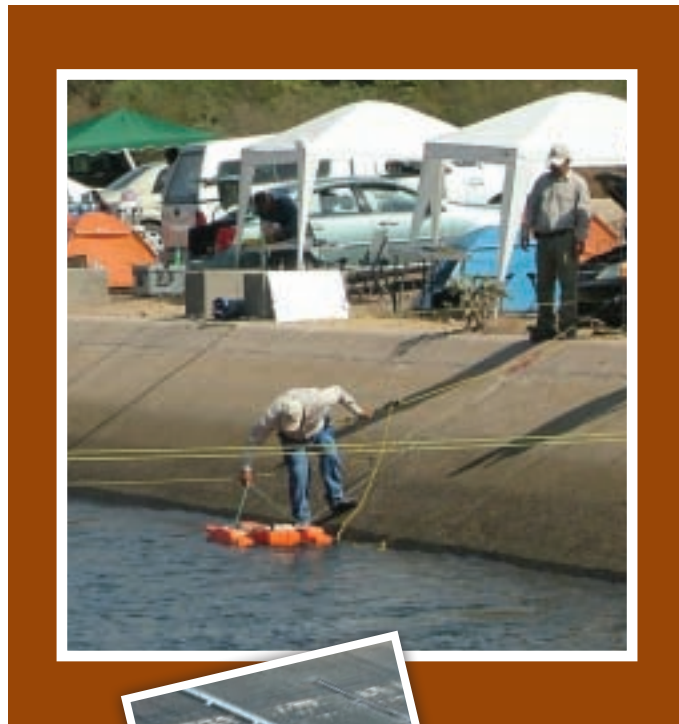
DESARROLLOS TECNOLÓGICOS	Número
PATENTES CONCEDIDAS	7
Mejoras en tanque para depósito de agua de sanitario.	
Banco Universal de Pruebas para dispositivos domésticos utilizadores de agua.	
Remoción de hierro y manganeso por adsorción-oxidación sobre zeolita natural.	
Banco de pruebas de los elementos que conforman las tomas domiciliarias.	
Método para el tratamiento de lodos proveniente del tratamiento de agua.	
Válvula con cámaras de amortiguamiento paralelas.	
Sistema de floculación accionado con aire.	
PATENTES EN TRÁMITE	9
Dispositivo para aireación y circulación de lagos y embalses.	
Estructura para disipación de energía y aireación de corrientes de agua.	
Mezcla cruda para la producción de <i>clinker</i> de cemento tipo Portland.	
Proceso para la determinación continua de CO ₂ .	
Formulación de micoherbicida para control de lirio acuático.	
Concentrador solar de paredes planas para desinfección de agua.	
Limitador del gasto para redes de riego.	
Mejoras a la descarga de agua del tanque de inodoro.	
Banco de pruebas para válvulas hidráulicas de compuerta mariposa.	



A photograph of an outdoor water treatment facility. The scene is dominated by a large, white, cylindrical tank in the foreground, partially enclosed by a bright yellow metal railing. In the background, a complex network of blue pipes and green pumps is visible, set against a clear blue sky. A white building with a red roof is situated behind the piping. The overall setting appears to be a well-maintained industrial or municipal facility.

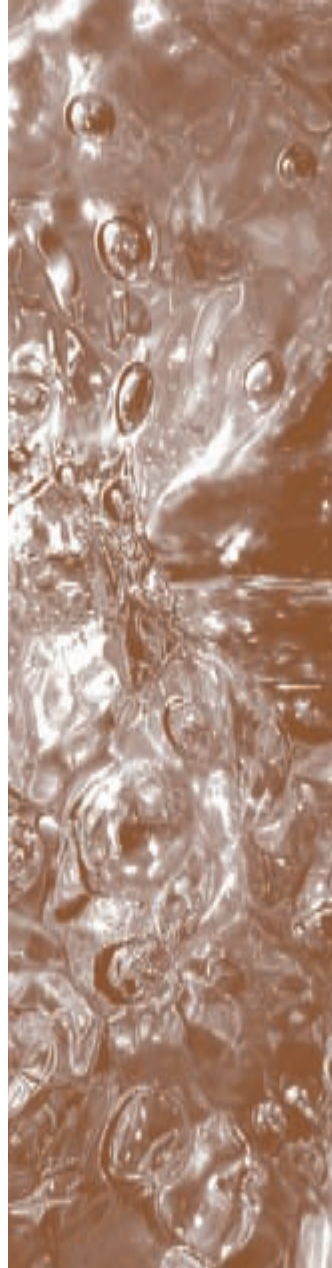
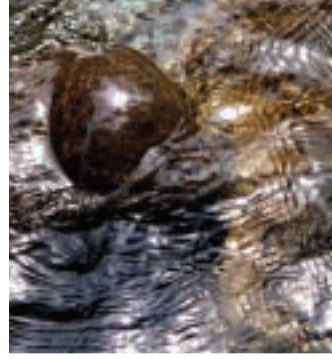
Resultados
relevantes

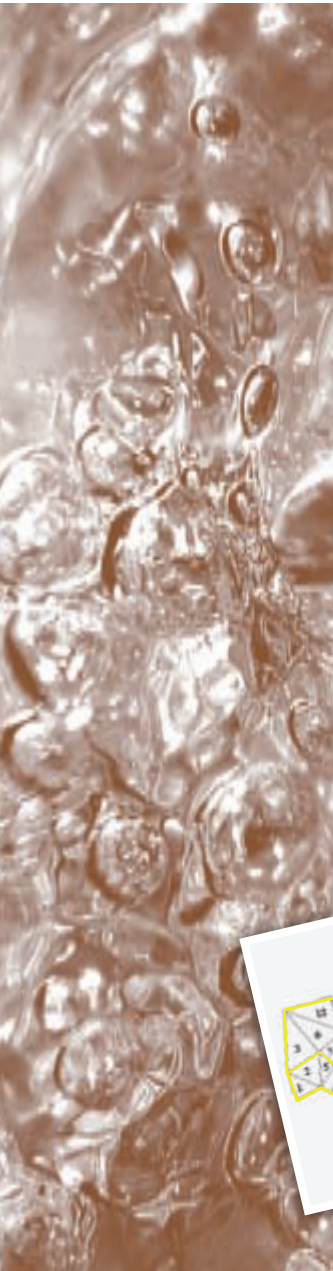
Innovación y desarrollo tecnológico



Técnicas de aforo en canales

En el canal de la presa Josefa Ortiz de Domínguez, Sin., se hizo un estudio experimental para evaluar y promover el uso correcto de las técnicas de aforo en canales más modernas existentes en el mundo, con un especial interés en los medidores de efecto Doppler. En el experimento se establecieron los criterios principales para la medición de caudal bajo la técnica de área velocidad (ISO 748) y las prácticas de buen uso para los nuevos equipos de ultrasonido, ya sea de efecto Doppler o tiempo de travesía. Para dar certidumbre a los resultados, durante la prueba se conformó un grupo de trabajo con personal de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y del Centro Nacional de Metrología. El grupo realizó sus evaluaciones en forma coordinada con los especialistas técnicos de empresas desarrolladoras de equipos de medición. Como resultado, se cuenta con una propuesta metodológica basada en una serie de procedimientos y prácticas para mejorar la selección, instalación y buen uso de equipos de medición en canales de riego en México. Con ello, se contribuirá significativamente al uso eficiente del agua.





Actualización geohidrológica de la cuenca del lago de Pátzcuaro

Se desarrolló un estudio de actualización geohidrológica de la cuenca y caracterización de la interacción hidráulica del sistema acuífero con el lago de Pátzcuaro. Fueron aplicadas diversas metodologías, de las cuales destacan las caracterizaciones hidrogeológica, geoquímica, isotópica y la modelación matemática del funcionamiento conjunto lago-acuífero. La geoquímica mostró una clara evolución en el enriquecimiento de sodio y potasio del agua de recarga a medida que fluye lateral y verticalmente en el acuífero. Esta evidencia, en concordancia con la red de flujo subterráneo, indica que el acuífero sustenta al lago. La modelación matemática reproduce los niveles observados en el lago y los registros piezométricos del agua subterránea, con un grado de precisión aceptable. Asimismo, indica que el acuífero tiene una enorme capacidad de regulación a largo plazo y disponibilidad de agua subterránea factible de ser aprovechada sin incidir en el comportamiento hidrológico actual del lago.

Niveles del lago.



Modelación matemática.



Biofiltro sobre lecho orgánico.

Sistema de biofiltración, estado de Morelos

El IMTA desarrolló un sistema de biofiltración para tratamiento de agua residual municipal, con capacidad de 1.5 l/s, en Cuentepec, Temixco, para la Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente (CEAMA) de Morelos, la presidencia municipal de Temixco y la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI). El proceso fue elegido con base en los bajos costos de operación y mantenimiento del sistema, y en la facilidad de manejo de este tipo de planta de tratamiento, además de generar un efluente de excelente calidad fisicoquímica y microbiológica, que cumple con la normatividad vigente. La planta será construida con fondos de la CDI y de CEAMA durante el año 2008, como una primera fase para el saneamiento integral de ese municipio.

Sistema de alerta al riego, gobierno de Chihuahua

Con objeto de coleccionar y procesar información para alerta al riego, generar estadística hidroagrícola y mejorar la operación de zonas de riego, se adaptó y transfirió el *Sistema de Alerta al Riego ICAM-RIEGO* (Información de Campo y Administrativa en los Módulos de Riego), con financiamiento de las asociaciones civiles, el gobierno del estado de Chihuahua y la Conagua, en diez módulos del distrito de riego 005 Delicias (72,000 ha), en un módulo del distrito de riego 042, Buenventura (16,000 ha) y en un módulo del distrito de riego 089 El Carmen (8,000 ha) ubicados en Chihuahua.

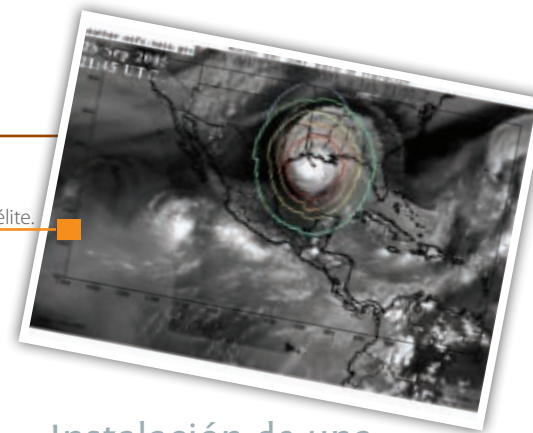


Componentes del sistema ICAM-Riego.

Mapas de satélite.

Optimización de *software* para alerta, Centro Nacional de Prevención de Desastres

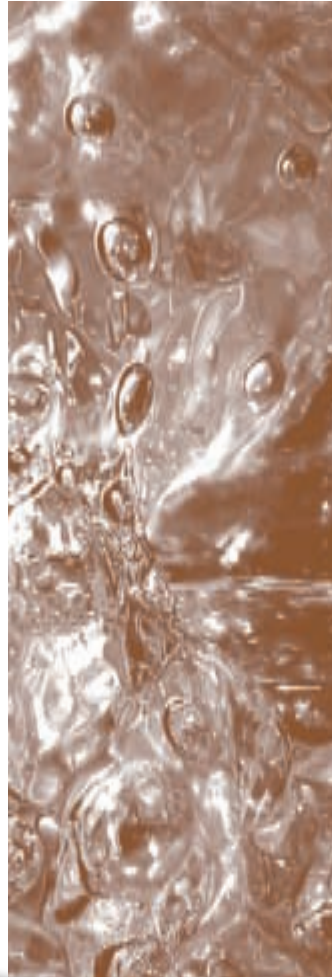
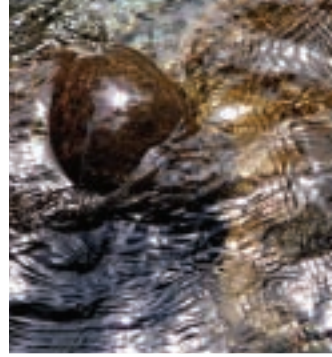
En 2004, para el Centro Nacional de Prevención de Desastres se elaboró un *software* para calcular en forma automática las regiones y el tipo de alerta ante la amenaza de un ciclón tropical en nuestro país. Dicho *software* fue utilizado durante las temporadas 2005 y 2006 por personal de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación como auxiliar para la emisión de los boletines de alertamiento por ciclón tropical. Para mejorar el sistema, durante 2007 se incorporaron nuevas herramientas, entre las que se cuentan: redimensionamiento de los mapas para visualizar todos los sistemas presentes, superposición de los mapas de alertamiento con imágenes de satélite y pronóstico de precipitación a través del análisis de ciclones análogos en tiempo real.



Instalación de una vivienda ecológica para la captación y almacenamiento de agua de lluvia

Para ofrecer una opción de vivienda ecológica, autosuficiente en agua, saneamiento y energía, se diseñó y construyó una casa ecológica en las instalaciones del IMTA. La casa está edificada con materiales naturales e integra tecnologías apropiadas para la captación y almacenamiento de agua de lluvia, tratamiento de agua residual negra y gris, la desinfección del agua para consumo con cajas solares, el riego de huertos familiares con fines de producción agrícola para autoconsumo, el bombeo mediante bicibombas y el abastecimiento energético por medio de paneles solares. Se utilizará con fines de validación de tecnologías y capacitación.

Vivienda ecológica.





Desinfección de agua mediante fotocatalisis solar, adaptación de tecnología

En el contexto de los estudios de fotocatalisis para el tratamiento y desinfección de agua se trabajó con la desinfección de agua para consumo humano utilizando el equipo autónomo de energía solar, desarrollado en España por Aosol Energías Renovables, S.A. La fotólisis (exposición solar directa) demostró una efectividad cercana a 40% en la inactivación de las bacterias coliformes fecales, aplicando 2 h de recirculación. En pruebas efectuadas con dióxido de titanio adsorbido en anillos de vidrio, material desarrollado en el IMTA, la eficiencia de desinfección fue de 90%, con el material en el fondo de los reactores y 4 h de recirculación. Dada la limitada eficiencia obtenida, se modificó el arreglo de anillos en forma de una barra recubierta de anillos en espiral. En este arreglo la concentración de dióxido de titanio equivale a 41 mg/l del catalizador, concentración con la que ya se

Equipo autónomo de energía solar.



ha demostrado la inactivación de los coliformes fecales. Con los anillos en arreglo en espiral, se obtuvo una efectividad de 100% para la inactivación de coliformes fecales y totales en noventa minutos de recirculación. En las mismas condiciones, se obtuvo una reducción de 99% de los microorganismos mesófilos aerobios mediante 3 h de recirculación. Debe tomarse en consideración que dichas pruebas fueron realizadas en el mes de diciembre, que se caracteriza por una baja energía radiativa. Estos resultados permiten concluir que la desinfección en equipos autónomos en operación continua es posible, así como la remoción de microorganismos resistentes como los mesófilos, responsables del recrecimiento observado en SODIS (*solar disinfection*) y en fotólisis.

Tecnologías para desalinización de agua de mar

Energía solar para desalinización

El IMTA desarrolló una tecnología que utiliza la energía solar para desalar agua de mar o salobre con una capacidad de 10 l/d. El equipo ocupa un área de 6 m². El sistema desarrollado remueve hasta un 99% de sólidos disueltos totales (SDT), y se obtuvieron mejores eficiencias de producción que los sistemas solares convencionales (3.3 l/m²/d versus 2.5 l/m²/d). Por otro lado, en búsqueda de otras alternativas para desalación, se encontró, que la planta acuática *Najas marina* vive en ambientes con SDT mayores a 2 g/l, y se demostró que soporta salinidades hasta 5 g/l y llega a remover un 30% de la sal presente en el agua.

Laboratorio de membranas y desalinización

Se adquirieron todos los equipos necesarios para implementar el laboratorio más completo en México y América Latina para realizar autopsias de membranas y hacer pruebas de desalinización de agua salobre y de mar, utilizando plantas piloto de: filtración en arena, desinfección, microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración y ósmosis inversa. Se podrán diagnosticar fallas en equipos de membranas para toma de decisiones, evaluación de la integridad, presión, efectividad y eficiencia de las membranas, así como diseñar los trenes de tratamiento con información generada in situ y brindar asesoría en la operación y mantenimiento de los equipos.



Equipo piloto móvil de microfiltración y ultrafiltración.

Remoción de arsénico en agua para consumo humano

En el Instituto se optimizó el diseño y la operación de un reactor de electrocoagulación para remover arsénico en agua para consumo humano. El proceso permite producir un coagulante por disolución de electrodos de sacrificio mediante el paso de una corriente eléctrica a través de los electrodos. Las pruebas a flujo continuo en una planta piloto de 6.5 l/min compuesta por floculador, sedimentador y filtración en arena-antracita, han permitido remociones mayores al 96% de arsénico en agua con concentraciones iniciales de 100, 200, 300 y 500 $\mu\text{g/l}$. Los costos de operación se estiman en $\$1/\text{m}^3$, pero se requiere hacer pruebas con un piloto de mayor gasto para escalar los resultados.

Tratamiento de aguas residuales

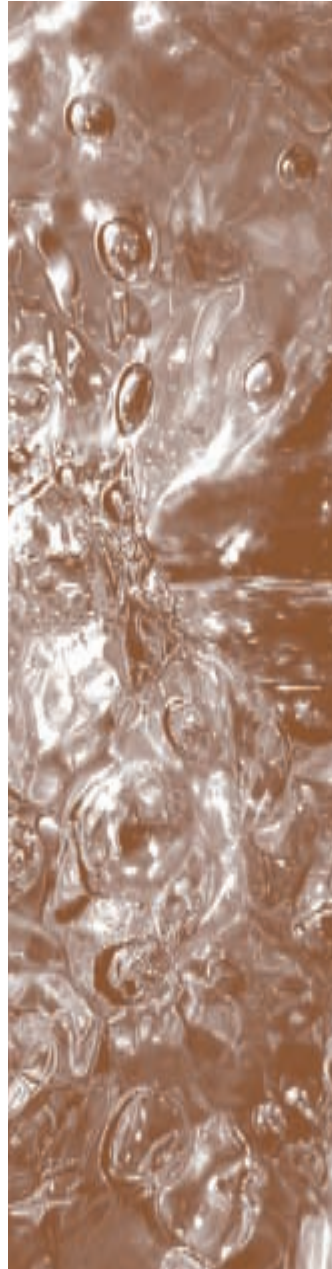
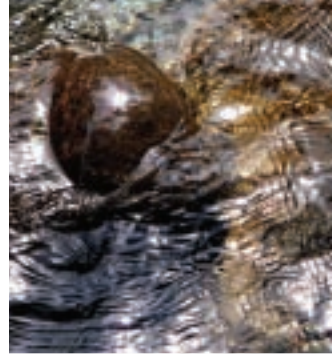
Se desarrolló un prototipo de planta de tratamiento de aguas residuales de fraccionamientos o casas habitación para un caudal de 3-5 l/min, con base en los resultados de los estudios del funcionamiento de los biofiltros sumergidos usando diferentes empaques sintéticos. El prototipo se encuentra en fase de evaluación para patentarse y comercializarse.



Prototipo de biofiltro sumergido.

Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero por aguas residuales

Se hizo el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero 2005, por el tratamiento y descarga de las aguas residuales domésticas en las instancias estatal y nacional. A partir del inventario, se concluye que estos factores representan el 4% de las emisiones nacionales y que uno de los principales son las fosas sépticas. En este sentido, los principales contribuyentes son los estados de Campeche, Tabasco y Yucatán. Este resultado será una aportación a la Cuarta Comunicación Nacional a la Convención Marco sobre Cambio Climático.

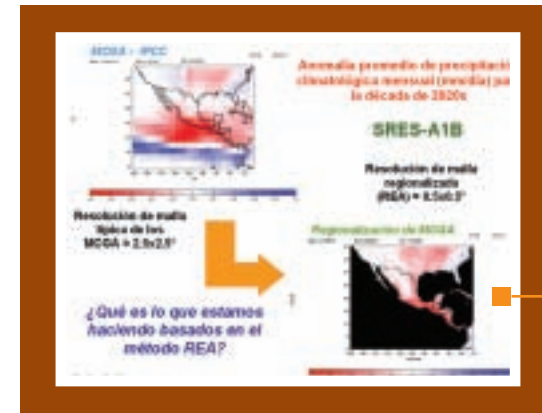
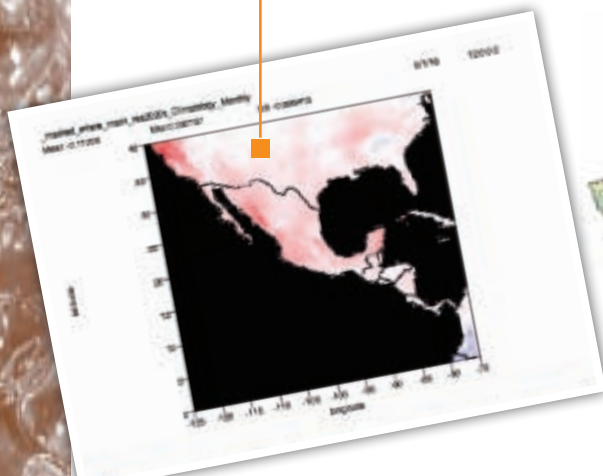




Evaluación de los efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México

Escenarios climáticos

El grupo de trabajo conformado en el IMTA generó y analizó una serie de escenarios climáticos con una escala de 0.5° (*downscaling*), cinco veces más precisa que la del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés); inició la aplicación de modelos lluvia-escorrentía para estimar los cambios en la intensidad y magnitud de los escurrimientos; aplicó modelos de manejo de gestión para evaluar ante diferentes escenarios los cambios en los requerimiento hídricos de los cultivos en la cuenca del río Conchos; realizó estudios para estimar posibles cambios en el nivel del mar y en la dinámica física de embalses; desarrolló un modelo preliminar con un enfoque geoestadístico para correlacionar la temperatura oceánica y la precipitación continental, y comenzó una serie de estudios para caracterizar los cambios en los patrones de los fenómenos hidrometeorológicos extremos. A raíz de este esfuerzo se publicó un primer libro y se concluyó la redacción de un segundo, que se publicará el primer semestre de 2008.



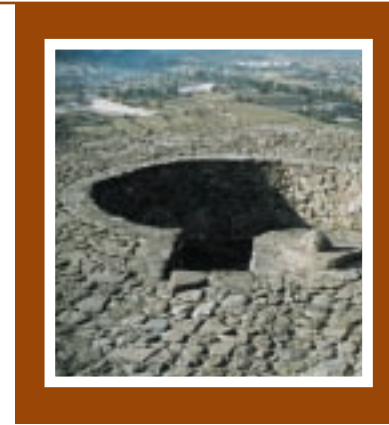
Método REA.

Análisis de modelos disponibles

Por otra parte, para determinar con mayor certidumbre los impactos del cambio climático en el sector hídrico en México, se hizo un análisis sobre la validación y reducción de escala del total de modelos disponibles (23) que participaron en el Cuarto Reporte de Evaluación (CRE) del IPCC, evaluadas como las mejores herramientas para estimar los posibles cambios en el clima global en las próximas décadas. Un problema en estudios de impacto es que la resolución espacial de estos modelos es muy burda (del orden de 250×250 km, aproximadamente) y se hace necesario un procedimiento de reducción de escala adecuado. En este trabajo se implementó el método *Reliability Ensemble Averaging* (REA) para regionalizar las estimaciones de cambio climático de precipitación y temperatura en superficie en México, dada para el conjunto de los 23 modelos. Los resultados finales se obtuvieron para los escenarios SRES-A1B y SRES-A2 en el siglo XXI, y se convirtieron a una malla regular de $0.5 \times 0.5^\circ$. El método REA toma en cuenta dos criterios de fiabilidad: el desempeño del modelo en reproducir el clima actual (criterio de desempeño) y la convergencia de los cambios simulados entre modelos (criterio de convergencia).

Irrigación, hidráulica y simbolismo del agua en el México prehispánico

Las civilizaciones mesoamericanas se desarrollaron bajo un modelo agrícola original, innovando técnicas de irrigación y obras hidráulicas que, aunque existen similitudes con otras culturas, marcan un patrón de civilización distinto al del viejo mundo. Bajo la tesis de que el agua, la tierra y el maíz son los elementos sustantivos que estructuraron a los pueblos mesoamericanos y sustentaron sus formas de gobierno, procesos cognitivos, desarrollos tecnológicos y sistemas de representación semiótica, se desarrolló un estudio antropológico en varias zonas arqueológicas en México. Con base en este estudio, se elaboró un documental que muestra un panorama general del conocimiento hidráulico mesoamericano: sistemas y técnicas de irrigación, dispositivos y tecnología de abastecimiento de agua dulce.



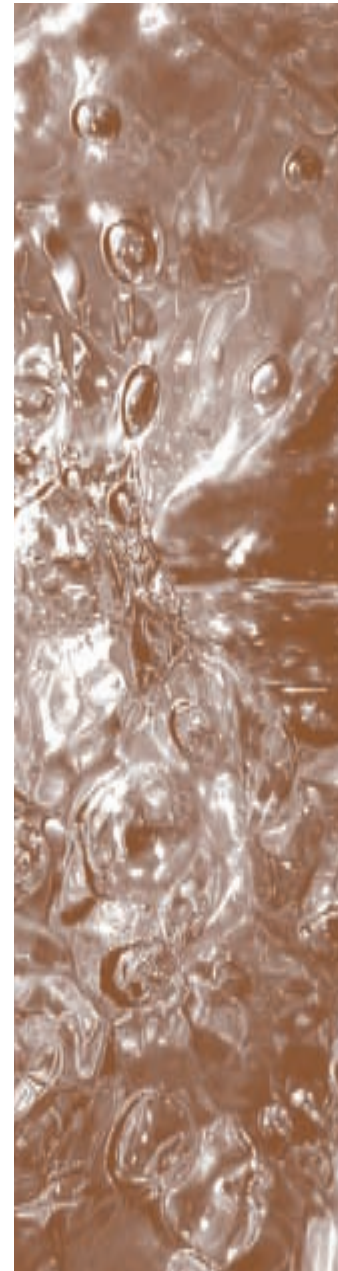
El Tezcotzingo, complejo sistema hidráulico construido por Nezahualcóyotl.

Estudio para identificar formas de obtención de agua en comunidades rurales aisladas

En tres municipios marginados de México: Metlatónoc, Santos Reyes Yucuná y Tlalnepantla, pertenecientes a Guerrero, Oaxaca y Morelos, respectivamente, se llevó a cabo una investigación para analizar las formas que los habitantes utilizan para la obtención de agua para consumo humano. Se definieron teóricamente las estrategias sociales como una serie de acciones que define un grupo social con el propósito de satisfacer sus requerimientos y necesidades domésticas relacionadas con el uso del agua (aseo e higiene personal, preparación de alimentos, etcétera.). Estas estrategias suponen conductas de asociación, intercambio y cooperación –mercantiles y no mercantiles– orientadas a satisfacer o superar sus carencias de agua; conductas de consumo del recurso agua, basadas en sus necesidades; conductas de ahorro del agua; elaboración, reelaboración y reproducción de las reglas de interacción cooperativa que facilitan, permiten, prohíben u obligan a un uso diferente del recurso. Entre las estrategias que establecen las comunidades marginadas para la obtención de agua se identificaron: la organización comunitaria (inmediata e incipiente) para la búsqueda de alternativas que contribuyan a la solución del problema; la organización sexo-familiar para el acarreo de agua; la implementación de tecnologías rústicas para la captación (generalmente de agua de lluvia); la definición de una estrategia mercantil para la obtención de agua; y la generación de capacidad autogestiva para la obtención de obras o recursos.

Programa de indicadores de gestión de organismos operadores (PIGOO)

En México hay alrededor de 1,200 organismos operadores de agua potable, alcantarillado y saneamiento, de los cuales 389 atienden a ciudades con más de veinte mil habitantes. Cada año la Conagua publica la situación del subsector correspondiente, que contiene información referente a coberturas del servicio, inventarios, recaudación e inversiones generadas, entre otros. Se requiere sin embargo de un esquema de evaluación global del desempeño de los organismos, de la calidad del servicio, y de su gestión comercial e institucional. Por esta razón, resulta necesario evaluar, en una muestra de organismos, la evolución en el tiempo del proceso mencionado, a través de indicadores estratégicos representativos. Ante esta situación, la Presidencia de la República encargó al Instituto el seguimiento del impacto de los programas a nivel país mediante la implantación de una batería mínima de indicadores que permita evaluar la evolución del proceso en 52 organismos operadores, mediante indicadores anuales.





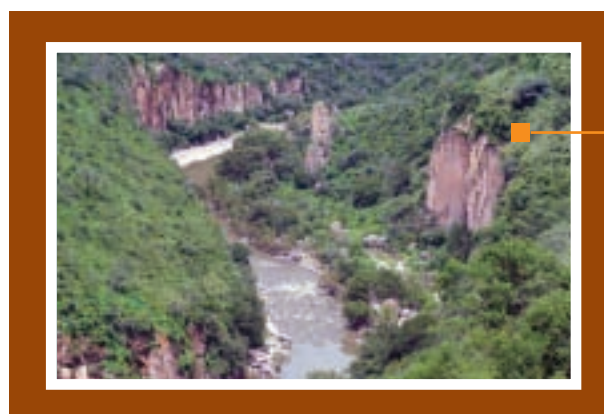
Asesoría y servicios tecnológicos

Colaboración con la Comisión Nacional del Agua

Organismo de Cuenca Lerma-Santiago-Pacífico

Ante la necesidad de aumentar el abastecimiento de agua potable al área metropolitana de la ciudad de Guadalajara, la ciudad de León y varias localidades de los Altos de Jalisco, la Conagua ha planteado la necesidad de construir las presas El Zapotillo y Arcediano que funcionarán en conjunto con la presa El Salto, ya construida. El IMTA hizo los estudios conducentes para determinar el gasto firme de extracción del sistema a partir del funcionamiento en cascada de los vasos. Para calcular el nivel de aguas máximas ordinarias se determinó el escurrimiento anual disponible mediante la metodología establecida por la Conagua en la norma NOM-011-CNA-2000. Se analizaron elevaciones de la corona de la cortina de la presa El Zapotillo de 1,630 a 1,655 msnm (la elevación del fondo del río es de 1,550 msnm) y para cada elevación se realizó el funcionamiento en cascada considerando las presas El Zapotillo y Arcediano con descarga libre y controlada, y la presa El Salto con descarga libre. Las dos alternativas que ofrecen mayor gasto firme del sistema son: 1) considerar las tres presas con vertedor con descarga libre, El Zapotillo con longitud de cresta del vertedor de 200 m y altura de cortina de 105 m, con lo cual se tiene un gasto firme de 15.186 m³/s considerando las aportaciones del Río Verde

y del Santiago y, 2) considerar El Zapotillo con vertedor controlado con una altura de cortina de 105 m y longitud efectiva de la cresta del vertedor de 65 m, Arcediano y El Salto con vertedor de descarga libre, con lo que el gasto firme del sistema aumenta a 15.483 metros cúbicos por segundo.



Evaluación del Programa Agua Limpia

El Instituto evaluó el Programa Agua Limpia del ejercicio fiscal 2007. Se concluyó que el Programa debe continuar y fortalecerse, ya que permite llevar a cabo operativos preventivos de saneamiento básico y desinfección de agua en localidades de alta y muy alta marginalidad, así como la atención de emergencias, prevención y control del cólera.



Comportamiento hidráulico del canal colector, para el gasto máximo de descarga $Q=557.5 \text{ m}^3/\text{s}$

Vertedor de la obra de excedencias de la presa Coyotes, Sinaloa

Se realizó un estudio teórico-experimental del vertedor de la obra de excedencias de la presa Coyotes, en el río del mismo nombre, en Concordia, Sin. El proyecto considera abastecer de agua potable a unos 12,000 habitantes de cuatro comunidades y suministrará riego a 500 ha. Mediante un modelo físico escala 1:24 construido en el laboratorio Enzo Levi se determinó la necesidad de modificar la longitud de cresta del vertedor de 70 a 100 m, y el ancho de plantilla del canal colector de 7 a 12 m. Los ajustes representan cambios sustantivos en el proyecto y garantizan su buen funcionamiento una vez construida la obra. Debe resaltarse la importancia de la modelación física en este tipo de proyectos, ya que estos ajustes solamente pueden ser detectados y analizados a través de estudios experimentales en laboratorios especializados.

Instrumentación de puntos de control en la red principal de canales de diversos distritos de riego

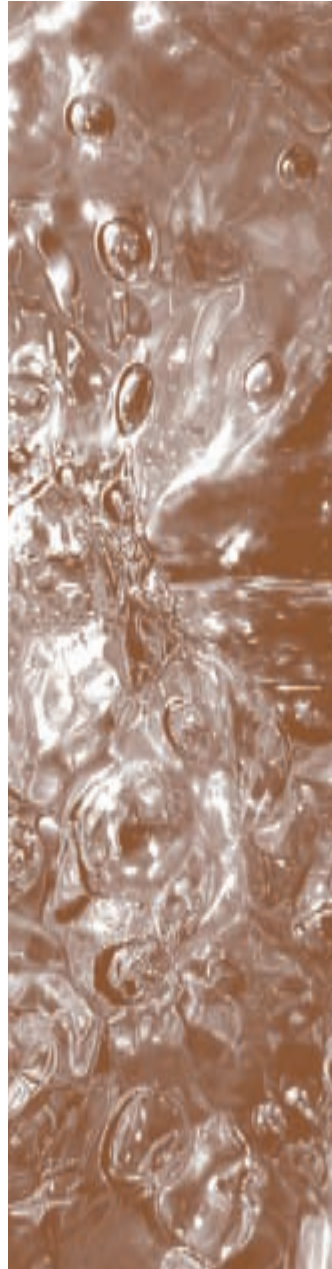
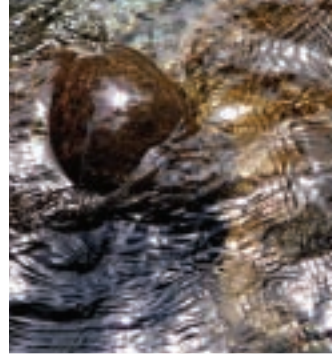
Dentro del Programa de Mejoramiento de la Medición en los Distritos de Riego, iniciado en 2003, intervino el IMTA para respaldar técnicamente la instrumentación de 52 puntos de control en la red principal de canales de diversos distritos de riego del país. De esta manera, se participó en la definición de los puntos de medición y en la selección de los equipos, así como en la verificación de su adecuada instalación. Todo ello se hizo de forma coordinada con cinco organismos de cuenca: Balsas, Río Bravo, Lerma-Santiago-Pacífico, Pacífico Norte y Baja California. Los equipos instalados cumplen los requisitos específicos indicados en las normas internacionales ISO/IEC, con lo que la confiabilidad de la medición en México, realizada bajo este esquema, satisface los estándares internacionales.



Elaboración de normas técnicas en materia de agua

En el contexto del programa de elaboración de normas técnicas hidrológicas, el IMTA elaboró seis normas: *Cálculo del daño esperado por inundaciones*, *Estudios topohidráulicos en cauces y vasos*, *Método sección-velocidad para determinar el caudal en corrientes superficiales*, *Método sección-pendiente para determinar el caudal en corrientes superficiales*, *Tránsito de avenidas: método hidrológico*, y *Escurremientos naturales o vírgenes ante escenario de cambio climático*. Estas normas, en una primera etapa, serán de uso exclusivo de la Conagua y, en una segunda, serán de apoyo a los organismos, empresas, instituciones y personal relacionado con el sector que se dedica a la investigación y elaboración de proyectos de infraestructura hidráulica. El conjunto de normas es de gran importancia, ya que constituye el inicio de la conformación de un manual y, a la vez, contribuye al desarrollo de la normativa en materia de agua en el país.

Se elaboró una norma para caudal de corrientes superficiales.





Estimación de riesgos de contaminación de agua y sedimentos por uso de agroquímicos

El IMTA desarrolló la primera etapa de un estudio para estimar el riesgo de contaminación de agua y sedimentos por uso de agroquímicos en el Distrito de Temporal Tecnificado 018 Huixtla, Chiapas. Para ello, se realizó el inventario del uso de agroquímicos y un diagnóstico preliminar de su afectación en agua y sedimentos. Los resultados indican que entre los plaguicidas aplicados, el 2,4-D y la atrazina ocupan los primeros lugares con 66 y 57 t/año, respectivamente. Por su parte, el paraquat se aplica en cantidades de 21 t/año, es persistente, tóxico y se acumula poco en la materia orgánica del suelo, lo cual indica un mayor riesgo de contaminar a los cuerpos de agua. Se encontraron metabolitos de DDT en concentraciones que exceden los criterios ecológicos para sedimentos en la desembocadura del río Coatán, así como clordano y metabolitos de DDT en agua en la desembocadura del río Huixtla al estero Hueyate, aunque éstos no exceden la normatividad. Es importante mencionar que ambos plaguicidas actualmente están en desuso. Los parámetros medidos en campo muestran una clara afectación por las actividades agrícolas. Aunque los SDT en el agua se encuentran en niveles adecuados para uso y consumo humano, es interesante observar que su concentración en norias es superior a las medidas en agua superficial y de pozo. Se recomienda extender el muestreo de agua y sedimentos para incluir otras épocas del año, sobre todo después de la aplicación de agroquímicos.

Estudio de contaminación por agroquímicos, DTT 18 Huixtla, Chiapas.



Seguimiento a los cambios por la disminución del caudal por la construcción de la presa El Zapotillo, Jalisco

Para la realización del proyecto sobre infraestructura hidráulica, la Ley General de Equilibrio Ecológico establece el cumplimiento de las manifestaciones de impacto ambiental. Por lo anterior, se efectuó el estudio de las condiciones a las que se tiene que sujetar la presa El Zapotillo, Jal., antes, durante y después de su construcción, con la finalidad de evitar al máximo los impactos ambientales negativos y maximizar los positivos. Para ello, se desarrollaron los programas de Manejo y Monitoreo Ambiental, de Monitoreo y Acciones, y de Restauración de la Vegetación, en el sistema ambiental regional definido para la presa, así como el *Estudio de organismos indicadores de la calidad del agua en el Río Verde*, para el seguimiento a los cambios por la disminución del caudal aguas abajo de la futura cortina. El resultado final es un mapa del área de estudio en cuatro categorías de aptitud y de zonas sin aptitud, para el despliegue de actividades dirigidas a la restauración ecológica dentro del programa de manejo ambiental.

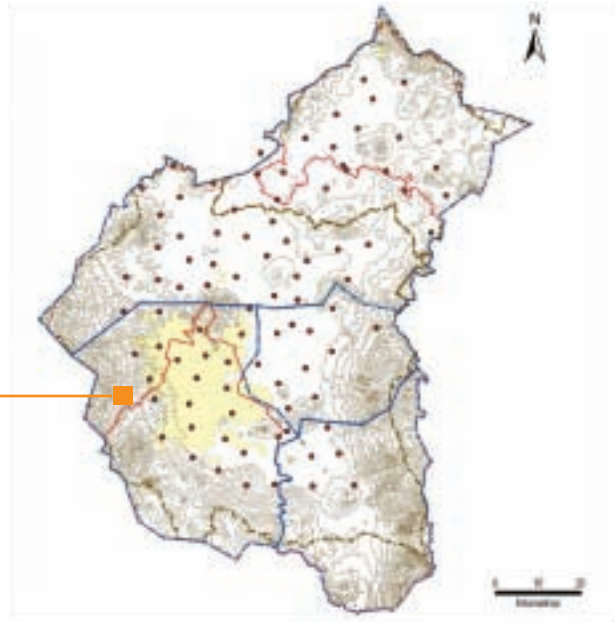
Inversiones de tecnificación del riego en el distrito de riego 005 Delicias, Chihuahua

Con financiamiento del Banco de Desarrollo de América del Norte y bajo la supervisión de la Conagua, el IMTA realizó la evaluación del impacto de las inversiones de tecnificación del riego en el distrito de riego 005 Delicias, Chihuahua. Se estimó un incremento en la eficiencia global del 14%; el volumen ahorrado, con base en el cálculo del

desempeño de distritos de riego considerando el año 2002 como referencia y en relación al 2007 es del orden de 174 hm³. El incremento de la producción fue de 13%, la relación costo-beneficio pasó de 1.11 a 1.70, la producción del agua de 1.10 a 1.73 kg/m³ y la productividad del agua de 1.89 a 4.87 pesos por metro cúbico.

Optimización de las redes de monitoreo piezométrico de cuatro acuíferos

El Instituto desarrolló para el Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México un estudio con el fin de optimizar las redes de monitoreo piezométrico y proponer pozos complementarios a la red de control de la calidad del agua subterránea para los acuíferos de la zona metropolitana

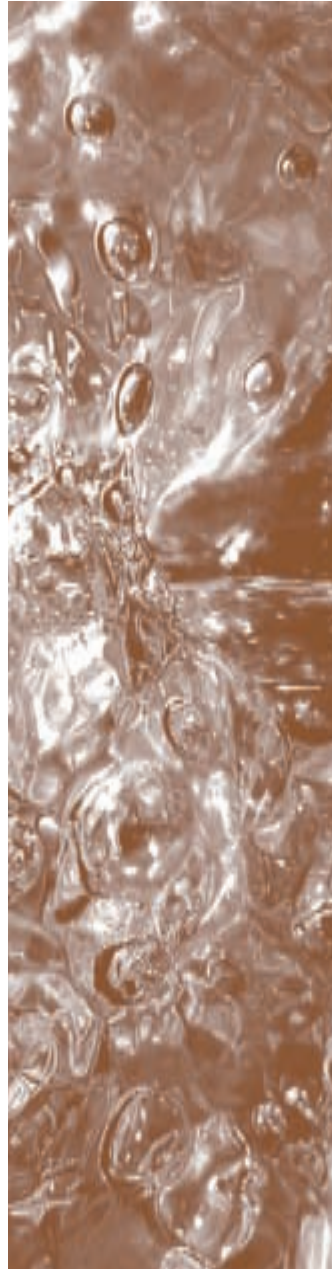
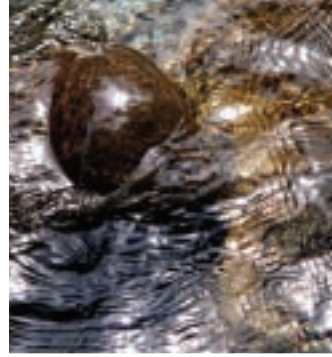


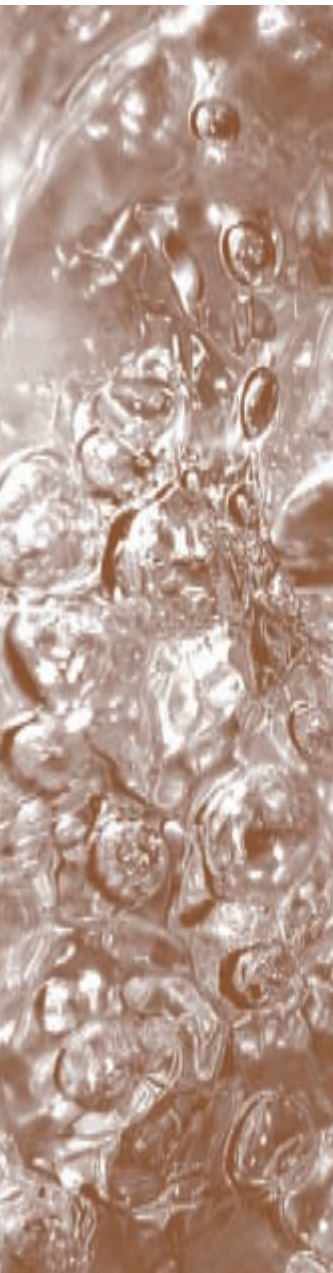
de la ciudad de México, Texcoco, Chalco-Amecameca y Cuautitlán-Pachuca. En 2005, la red de monitoreo piezométrico estaba compuesta de 221 pozos de los cuatro acuíferos. Combinando métodos geoestadísticos, de optimización y criterios geohidrológicos se obtuvo una red óptima de 89 pozos piloto para los cuatro acuíferos, lo cual significa una reducción en costo del 60% con respecto al costo de monitoreo de 2005. Por su parte, la red óptima de calidad del agua propuesta quedó integrada con 75 pozos para los cuatro acuíferos.

Planes directores para la modernización integral del riego de distritos de riego

El IMTA formuló los planes directores para la modernización integral del riego de los distritos de riego 018 Colonias Yaquis, 041 Río Yaqui y 084 Valle de Guaymas, Son.; 048 Ticul, Yuc.; 060 Pánuco (El Higo), Ver., y 098 José María Morelos, Mich. Para cada uno de los casos se elaboró un diagnóstico de la situación actual y perspectivas, un SIG, una propuesta de modernización integral y el análisis socioeconómico de la misma.

Para el distrito de riego 018 la propuesta de tecnificación a nivel parcelario considera la nivelación de tierras en 750 ha, 200 ha con tuberías de compuertas, 400 ha de sistemas de riego presurizado, 100 ha con drenaje subterráneo y el revestimiento de 10 km de regaderas. A nivel de la red de conducción, la rehabilitación de 15 km de canales y 38 estructuras de control y medición. La inversión requerida para la modernización es de \$87.22 millones. El análisis costo-beneficio genera una tasa interna de retorno de 16.5%, una relación costo-beneficio de 1.32 y un valor actual neto de \$18.83 millones.





Para el distrito de riego 041 la propuesta de tecnificación a nivel parcelario considera la nivelación de tierras en 4,875 ha, 7,782 ha de sistemas de riego presurizado, 1,985 ha con drenaje subterráneo y el revestimiento de 37 km de regaderas. A nivel de la red de conducción se plantea el revestimiento de 192 km de canales, la rehabilitación de 15 km de canales, 305 estructuras de control y medición, 624 tomas granja y 140 obras de toma, la rehabilitación de diez represas, 10 km de drenes, la modernización y automatización de 150 pozos y la construcción de diez cárcamos de bombeo. Asimismo, la rehabilitación de las válvulas de la presa Álvaro Obregón y el sistema de alumbrado en la cortina de la presa. La inversión requerida para la modernización es de \$527.52 millones. El análisis costo-beneficio genera una tasa interna de retorno de 15.5% y una relación costo-beneficio de 1.42.

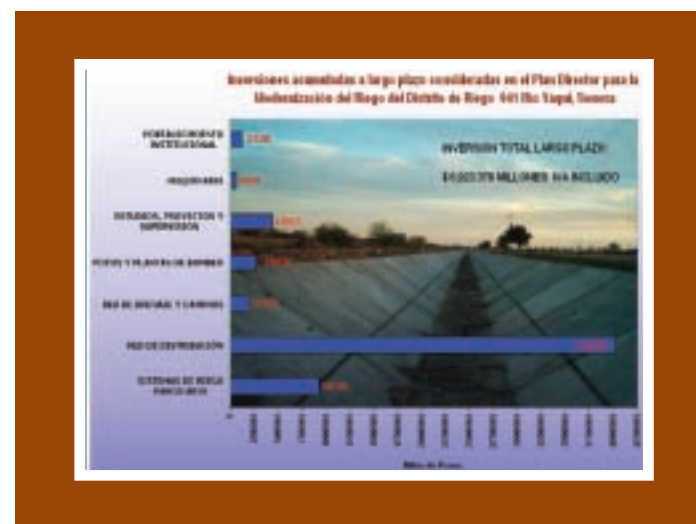
En el distrito de riego 084 las acciones propuestas se concentran en la instalación de sistemas de riego, rehabilitación de equipos de bombeo e instalación de medidores. El monto de la inversión asciende a \$180 millones, con lo cual se espera ahorrar un volumen de agua de 14.7 hm³ para lograr el uso sustentable del acuífero. El análisis costo-beneficio demuestra la viabilidad de la propuesta con \$60.3 millones de valor presente neto, una relación costo-beneficio de 1.77 y una tasa interna de retorno de 17.12 por ciento.

Para el distrito de riego 048 la propuesta de tecnificación considera la modernización y rehabilitación de la superficie total del distrito (9,870 ha) con sistemas de gravedad, aspersión y multicompuertas, mediante sistemas de alta eficiencia de goteo y microaspersión. La inversión de la propuesta asciende a \$182 millones. El análisis costo-beneficio genera una tasa interna de retorno de 26.2%, una relación costo-beneficio de 1.73 y un valor actual neto de \$172 millones.

Para el distrito de riego 060, la propuesta de tecnificación considera la modernización del riego por gravedad a presurizado de una superficie de 1,390 ha, y el entubado de 20.5 km de canales y regaderas. La inversión requerida para la modernización es de \$77 millones. El análisis costo-beneficio genera una tasa interna de retorno de 22.3%, una relación costo-beneficio de 1.8 y un valor actual neto de \$139 millones.

Para el distrito de riego 098, la propuesta de tecnificación asciende a \$185.8 millones e incluye la rehabilitación de canales, modernización de plantas de bombeo y tecnificación del riego. La evaluación económica demuestra la viabilidad de la propuesta de modernización con un valor actual neto de \$387.6 millones, una relación costo-beneficio de 2.25 y una tasa interna de retorno de 44.8 por ciento.

Inversiones acumuladas a largo plazo, DR 041, Río Yaqui, Sonora.



Evaluación de programas para el sector agrícola

Para la Subdirección General de Administración se llevaron a cabo las evaluaciones de consistencia y resultados del diseño de los programas de Desarrollo Parcelario, y de Rehabilitación y Modernización de Distritos de Riego; para el Organismo de Cuenca Balsas se evaluaron los programas Uso Pleno de la Infraestructura Hidroagrícola, Uso Eficiente del Agua y la Energía Eléctrica, y Rehabilitación y Modernización del Estado de Morelos, en los ejercicios presupuestales 2004 y 2005.

De acuerdo con las fortalezas de los programas, se considera que su diseño es robusto y están vinculados con el objetivo estratégico de la Semarnat sobre la mejora de la productividad en el sector agrícola, a través de propiciar un uso eficiente del agua en las actividades agrícolas que reduzca el consumo del líquido, al tiempo que proteja los suelos de la desalinización. Se analizaron los indicadores encontrándose que todos y cada uno de ellos cumple con las definiciones de las características de los indicadores señaladas en el Anexo Dos del oficio circular No. 307. A-1593, emitido por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Análisis costo-beneficio del proyecto de construcción de la presa San Vicente Boquerón, Puebla

Con el fin de determinar la rentabilidad social de la construcción de la presa San Vicente Boquerón en la Región Balsas, se estimaron los beneficios sociales para el uso de

agua potable en las comunidades San Vicente Boquerón, Acatlán de Osorio, Rancho Nuevo y Tehuixtle. El proyecto se aprobó y servirá para determinar la construcción de la infraestructura hidráulica del lugar.

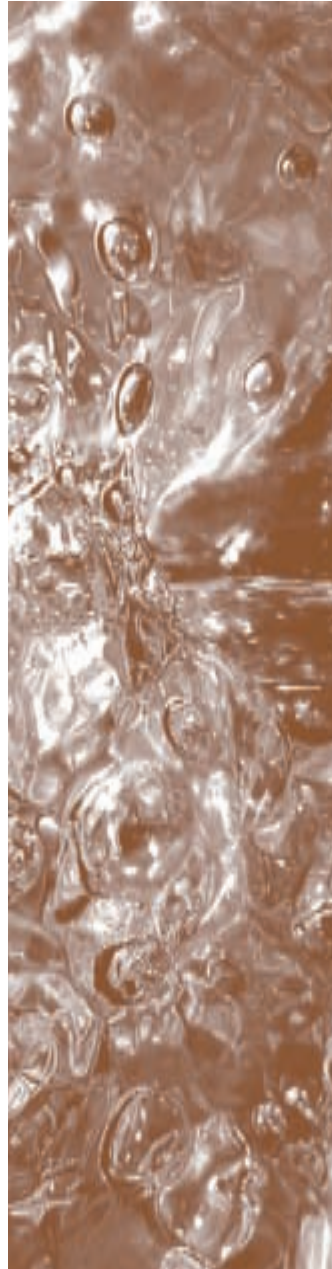
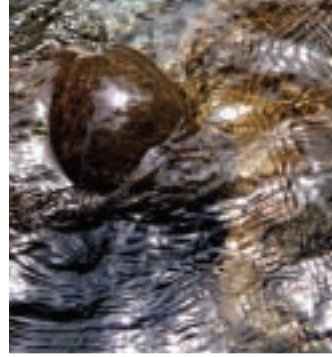
Colaboración con Petróleos Mexicanos

Tratamiento de agua para su reutilización en la recuperación secundaria de yacimientos de petróleo

Se realizaron trabajos para determinar el tratamiento requerido para el agua congénita de la Central de Almacenamiento y Bombeo, de Naranjos, Ver., y para agua de mar, con el fin de ser reutilizada en la recuperación secundaria de yacimientos de petróleo. Se hicieron muestreos para la caracterización específica del agua y se efectuaron pruebas, en laboratorio, de precipitación-coagulación-sedimentación, de oxidación y descarbonatación, de filtración y de adsorción.



Tanque de almacenamiento de agua congénita en la Central de Abastecimiento de Naranjos, Veracruz.





Diagnóstico de la planta de tratamiento de aguas residuales de lodos activados de la refinería Ing. Antonio M. Amor, Guanajuato

Se hizo un diagnóstico de la planta de tratamiento de aguas residuales de lodos activados de la refinería Ing. Antonio M. Amor, Salamanca, Gto., con la intención de mejorar la calidad del agua tratada y aumentar el caudal con propósito de reúso. Para ello, se rediseñó el sistema de aeración de los reactores biológicos, del digestor de lodos y del sistema de separación de grasas y aceite. Asimismo, y dada la naturaleza del agua residual, se realizaron pruebas para el pretratamiento de corrientes con alto contenido de sulfuros y fenoles, y se inició el desarrollo de una biomasa específica para altas cargas de los contaminantes antes mencionados. Por otra parte, se efectuaron pruebas para la eliminación de dureza, sílice y SDT con objeto de dar una conductividad adecuada al efluente y cumplir con los ciclos de concentración de las torres de enfriamiento, considerando únicamente como carga el agua residual tratada de refinería. Para garantizar la buena operación

de la planta, al personal operativo se le proporcionaron herramientas que le permitirán conocer el proceso de tratamiento a detalle, generar y aplicar programas de mantenimiento, de seguridad y de higiene, así como las herramientas teóricas y prácticas para la correcta operación de la planta bajo diferentes condiciones de carga.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Tecnologías apropiadas

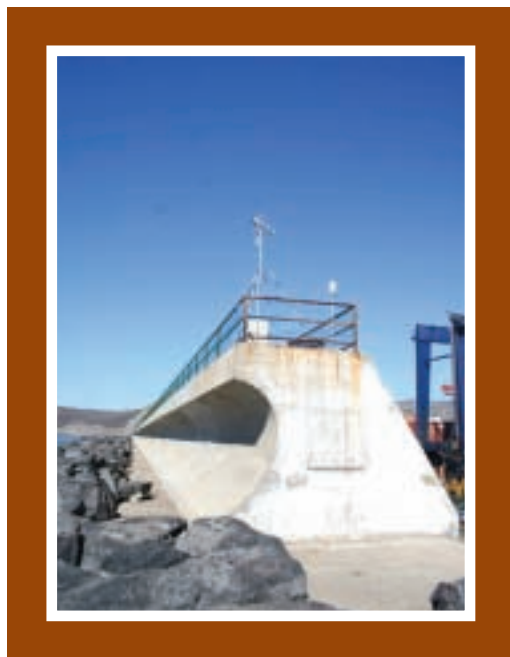
Con fines demostrativos se llevó a cabo un proyecto piloto, con tecnologías apropiadas en materia de agua, en la comunidad mazahua del ejido San Martín y Mesas de San Martín, municipio Villa de Allende, Méx. Bajo este esquema se transfirieron 15 paquetes compuestos por sistemas de captación de agua de lluvia, sistemas para el riego en huertos familiares, cajas de desinfección solar y lavaderos ecológicos. De esta manera, se dotó de infraestructura de agua y saneamiento a 78 personas.

Tecnologías apropiadas.



Programa de Uso Eficiente y Racional del Agua

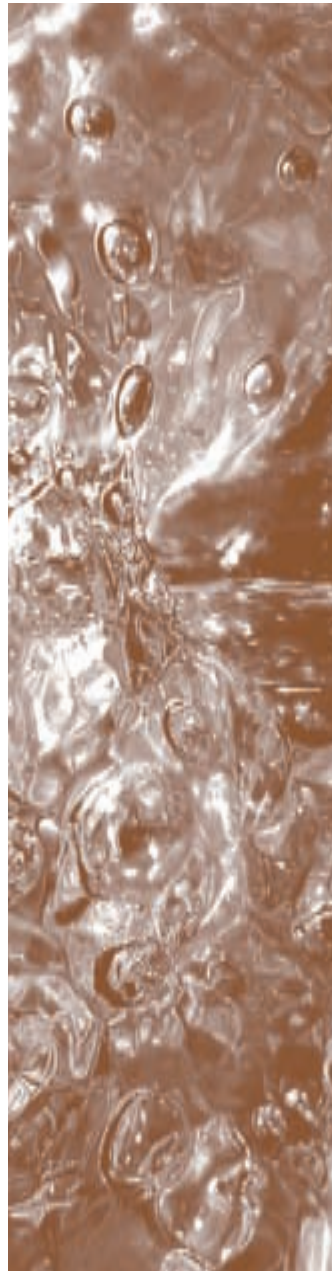
Se coordinó y dirigió el Programa de Uso Eficiente y Racional del Agua 2007, con intención de que las dependencias y entidades del gobierno federal ahorren agua. Participaron cincuenta dependencias, 60% más con respecto al año anterior, que fueron treinta, y se logró un 6.28% de ahorro de agua, equivalente a 79,023.7 m³. En promedio, en las instituciones se consumieron 30 litros/empleado/día, cifra que se encuentra dentro del objetivo establecido.

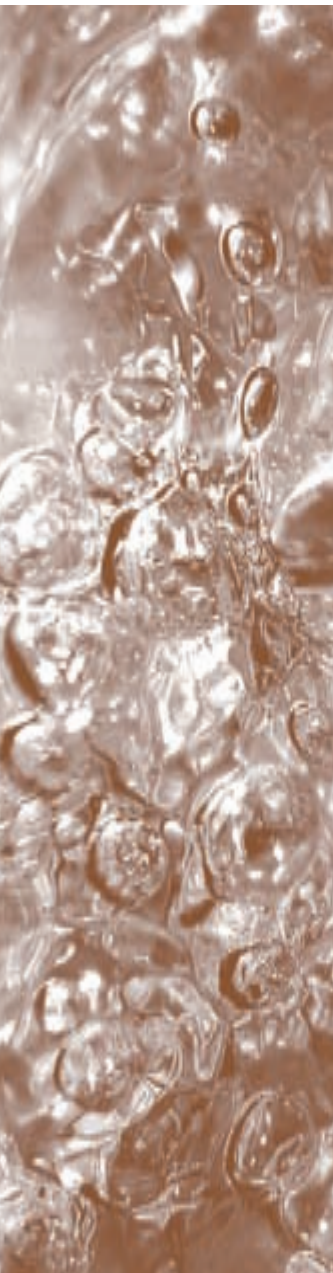


Red Nacional de Estaciones Meteorológicas y Oceanográficas.

Instituto Mexicano del Transporte

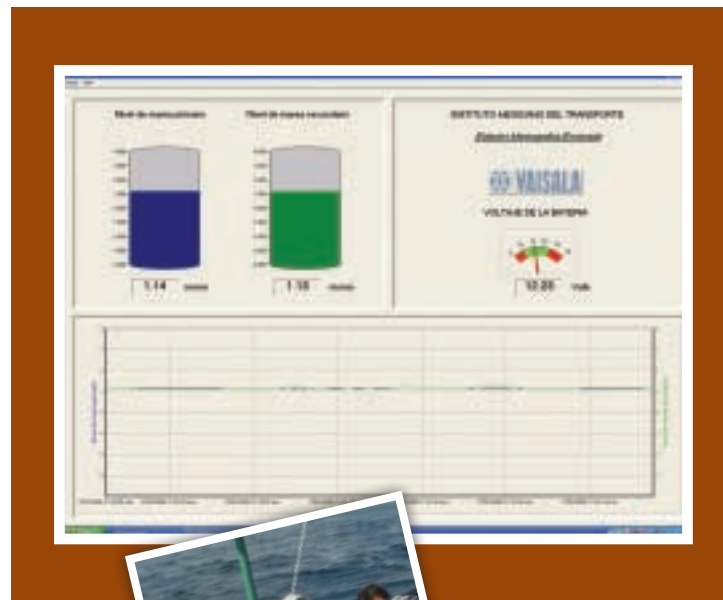
En la implementación de la Red Nacional de Estaciones Meteorológicas y Oceanográficas del Instituto Mexicano del Transporte (IMT), y para contar con una mayor cobertura de monitoreo sobre los fenómenos meteorológicos y oceanográficos que se presentan regularmente en el océano Pacífico y en el Golfo de México, se creó un proyecto de colaboración para la adquisición, implementación y puesta en marcha de diez estaciones meteorológicas, diez boyas direccionales para medir oleaje, diez estaciones mareográficas y nueve sensores de presión para medir tsunamis. Por el océano Pacífico, los puertos marítimos propuestos son: Ensenada y San Felipe, B.C.; Guaymas, Son.; Topolobampo, Sin.; Manzanillo, Col., y Lázaro Cárdenas, Mich.; por el Golfo de México: Altamira, Tam., Coatzacoalcos y Dos Bocas, Ver., y Ceiba Playa, Cam. Para garantizar el funcionamiento y precisión de los sensores de las estaciones meteorológicas, previo a su instalación, se llevó a cabo un programa de calibración. Cada estación opera con transmisión de datos vía radio VHF, con sensores de visibilidad, temperatura ambiente, humedad relativa, presión barométrica, radiación solar, magnitud del viento, dirección del viento y precipitación pluvial. Además, las estaciones tienen una capacidad de almacenamiento de datos de hasta cinco meses y un suministro de energía para operar hasta dos meses, en caso de recarga de batería por días nublados. Por otra parte, el oleaje es un proceso costero de gran importancia, pues afecta tanto a la navegación como a





comunidades y operaciones marítimas; adicionalmente, la morfología costera es modificada por los procesos litorales resultantes de la interacción del viento, oleaje, corrientes, mareas, sedimentos y otros agentes. Por lo anterior, resulta importante mantener una vigilancia constante sobre este fenómeno a través de la red de boyas que conforma la Red Nacional. Para restablecer el banco de datos de la Red Mareográfica Nacional, se instalaron diez estaciones mareográficas; con dicho equipo se recibirá a tiempo real la información de las variaciones de marea en los puertos antes señalados. Finalmente, dado que el océano Pacífico y sus costas son las más vulnerables del país a tsunamis, se instalaron nueve sensores de presión y de nivel del mar que permiten dar la alerta de llegada de estos fenómenos.

Medición de niveles de marea, Ensenada, B.C.



Medición de temperatura ambiente.



Sanitario ecológico.

Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro con el patrocinio de la Fundación Gonzalo Río Arronte

Transferencia de tecnologías apropiadas

Como parte del Programa se transfirieron tecnologías apropiadas a trece comunidades de la cuenca: San Pedro Pareo, La Vitela, Huecorio, Urandén de Carián, Santa Isabel Ajuno y San Juan Tumbio, en Pátzcuaro; Sanambo, en Quiroga, y La Providencia, Los Cerritos, El Pedregal, El Sobrado, La Reunión y Tupátaro, en Huiramba. Con dichas tecnologías se tendrá capacidad para almacenar, aproximadamente, 3,058,000 litros de agua; 1,710 litros de agua por día desinfectada, apta para consumo humano. Con el Sistema de Aprovechamiento de Agua para Cultivo, se contará con un área aproximada de 20,808 m² para huertos productivos, con los lavaderos ecológicos se tendrá capacidad para tratar diariamente 53,800 litros de aguas grises y con los sanitarios ecológicos se tiene capacidad para tratar diariamente 61,200 litros de aguas negras.

Humedales

En el marco de los proyectos realizados con la Fundación, se concluyó la instalación y comenzó la operación del humedal para el tratamiento de las aguas residuales de la localidad de Erongarícuaro, Michoacán. Con ello, se favorece la conservación y la recuperación de la cuenca del lago de Pátzcuaro y se mejoran las condiciones sanitarias de la localidad.



Zona de servicio en el distrito de Itzi Huriata.

Planta de tratamiento Las Garzas, rehabilitada.

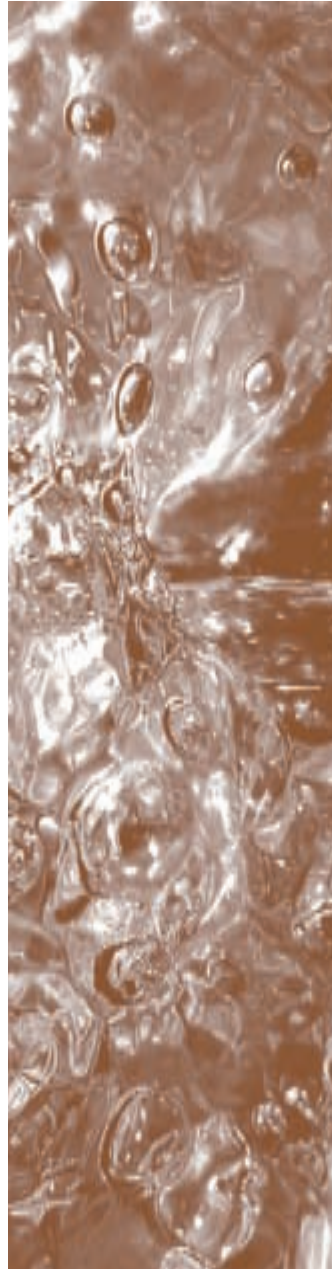
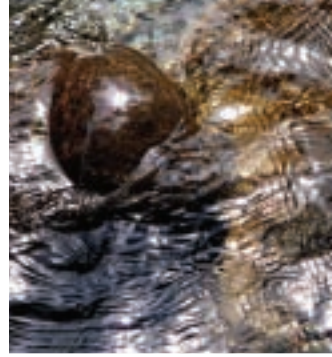


Calidad del servicio de agua potable e incremento de la cobertura de alcantarillado sanitario en zonas urbanas

En la ciudad de Pátzcuaro se optimizó la calidad del servicio a través de mejoras en la infraestructura de la red de distribución, lo que permitió incrementar los horarios de suministro a 8 h diarias, en promedio, beneficiando a veinte mil habitantes con un mejor servicio de agua. Asimismo, se incrementaron las eficiencias comercial y física en tres sectores de la ciudad: Huecorio, Itzi Huriata y Revolución, con lo que se logró aumentar los ingresos en 17%, aún sin incremento a la tarifa, así como elevar la eficiencia física en 2.5 por ciento.

En esa misma ciudad y con objeto de reducir las descargas de aguas crudas municipales al lago, se incrementó la cobertura de alcantarillado sanitario y se llevó a cabo la rehabilitación de las plantas de tratamiento de San Pedrito y las Garzas, todo ello con el fin de garantizar el tratamiento de más de 100 l/s de aguas residuales. El esfuerzo incluyó la adecuación y modernización de la infraestructura civil, así como del equipamiento hidráulico y del sistema eléctrico, además de realizar una serie de adecuaciones de los talleres y laboratorios, y rehabilitar los equipos electromecánicos. Esta actividad se complementó con la elaboración de manuales de operación y mantenimiento, con capacitación de personal y la generación de un esquema tarifario para la recuperación de costos. También, se elaboraron los proyectos ejecutivos para la interconexión de colectores en la calle Ignacio Zaragoza y de las descargas domiciliarias en el río Guani. Con la operación integral de esta infraestructura, se estará en condiciones de tratar más del 60% de las aguas residuales que emanan de las zonas urbanas en la cuenca del lago de Pátzcuaro.

En la ciudad de Quiroga se efectuó la inspección física y la conformación de dos distritos hidrométricos. Como resultado de estas acciones, al rehabilitar la infraestructura hidráulica y reparar fugas, se recuperaron 22 l/s en pérdidas, la eficiencia física se incrementó en 5.2% y la recaudación se elevó un 50 por ciento.





Tecnología conservacionista de agua, suelo, bosque en la cuenca

Se promovió la aplicación de tecnología conservacionista de agua, suelo, bosque en la cuenca. Para ello, se seleccionaron ocho microcuencas prioritarias que abarcan una superficie de 28,500 ha. Se realizaron 25 km de zanjas de infiltración, con las cuales se infiltran en promedio 225 m³ de agua por ha; 75 km de cercos vivos con especies maderables de cedro; 134 ha de reforestaciones compactas con preparación del terreno, alcanzando prendimientos del 90% y estimando una sobrevivencia del 40% después de la época de secas; 2 ha de abonos verdes para mejoramiento de la estructura del suelo y aumento de su resistencia a la erosión; dos silos pastel para suplemento alimenticio del ganado para así disminuir la presión sobre los montes, y plantación de 5,000 árboles frutales en traspatio. Para el control de azolves en cárcavas se construyeron 406 m³ de represas de costales, 400 m³ de represas de geocostales, 943 m³ de represas de piedra acomodada y 963.3 m³ de represas de gaviones; el impacto de estas últimas obras se refleja en la retención de 12 m³ de azolves, en promedio, en cada una de ellas por ciclo de lluvias. La estrategia de trabajo participativa permitió la generación de diez mil jornales como empleo temporal para los productores. Se instaló un módulo para reproducir especies vegetales que apoyarán los trabajos conservacionistas, iniciando con el pasto vetiver (*Vetiveria zizanioides*), planta utilizada en la estabilización de laderas. Este módulo se transformará en un Centro Regional Reprodutor de Material Vegetativo para la cuenca.



Recuperación ambiental de la cuenca.

Colaboración con el estado de Morelos

Planes estratégicos para la recuperación ambiental de la cuenca del Apatlaco

Con el fin de contribuir en la atención y atenuación de la problemática hídrica que afecta las principales cuencas del país, el IMTA, bajo el patrocinio de la Fundación Gonzalo Río Arronte, desarrolló el Plan Estratégico para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Río Apatlaco. Se contó con la cooperación, colaboración y participación del gobierno del estado de Morelos, a través de la CEAMA; de la Semarnat, a través de su delegación federal en el estado; de la Comisión Nacional Forestal; de la Dirección de Cuenca Balsas de la Conagua; de los diez municipios del estado que comparten territorialmente la cuenca, y de la población civil organizada.



Tecnologías apropiadas

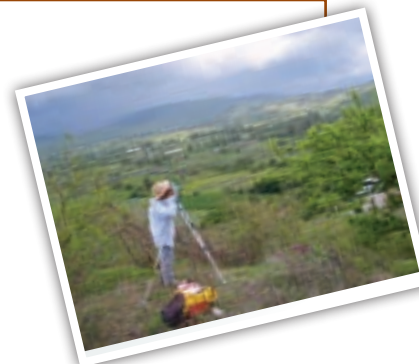
Se determinó la factibilidad técnica y económica para efectuar proyectos hidroagrícolas y de potabilización y saneamiento con tecnologías apropiadas en nueve comunidades de los Altos de Morelos. Se identificaron los sitios y las tecnologías apropiadas para cubrir las necesidades de abastecimiento de agua, producción de alimentos, saneamiento y tratamiento de agua, así como la elaboración del análisis costo-beneficio.

Sistemas de potabilización y de tratamiento de agua

Se rediseñó y rehabilitó la planta potabilizadora del ejido Ajuchitlán, construida por la CEAMA, para abastecer de agua a trescientos habitantes mediante el tratamiento del agua de la presa El Vivero. El sistema es por filtración en múltiples etapas para un caudal de 1 l/s. El agua de la presa presentó valores que exceden los límites permisibles de la NOM 127-SSA1-1994 para uso y consumo humano en turbiedad, color, coliformes totales, coliformes fecales y aluminio.

Operación y mantenimiento de la red agroclimatológica

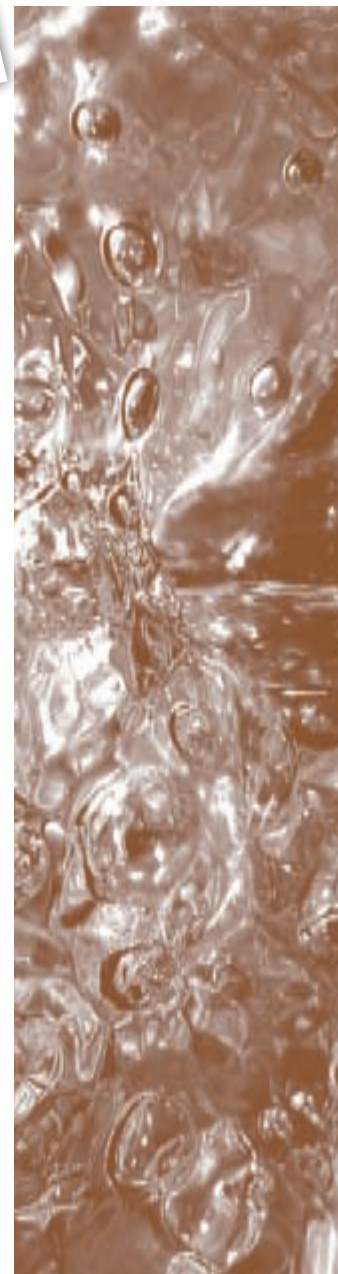
Con la finalidad de ofrecer a la comunidad agropecuaria de Morelos la información agrometeorológica que le permita optimizar los recursos para mejorar la competitividad y sustentabilidad de las cadenas agroalimentarias y agroindustriales, el IMTA se encargó de la ampliación de 17 a 23 estaciones agroclimatológicas automáticas. La eficiencia en la operación de la red durante 2007 fue del 98% y únicamente se han tenido fallas en la transmisión de los datos debidas a vandalismo (dos estaciones) y mal funcionamiento de los equipos de transmisión (dos estaciones), los cuales han sido reparados oportunamente. Con estas labores de mantenimiento se garantizó el funcionamiento de todas las estaciones agroclimatológicas y la obtención de los datos cada 15 minutos para su almacenamiento, difusión y disponibilidad a todo público a través de la página web <http://galileo.imta.mx/FUPROMOR>. Con la medición constante de las principales variables meteorológicas se apoya principalmente al sector agrícola, al proporcionarle la información necesaria para mejorar los métodos de producción y prevención ante el clima adverso.

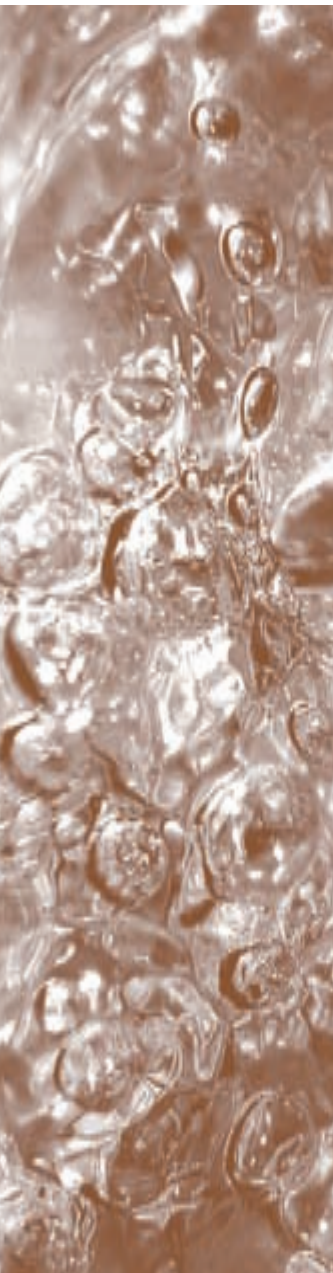


Colaboración con el estado de Guerrero

Proyectos ejecutivos para tecnificación

Para la Dirección Local de la Conagua, el gobierno del estado y las asociaciones civiles de usuarios del riego se elaboraron los proyectos ejecutivos para tecnificación, mediante redes colectivas en baja presión y sistemas parcelarios de multicompuertas de las siguientes unidades: Juan Catalán Berbera, Tixtla (453 usuarios en 280 ha); Ahualulco, Tetipac (50 usuarios en 100 ha) y la unidad de Pilcaya (429 usuarios en 500 ha). Los beneficios potenciales que generará la construcción de los sistemas de riego colectivo a baja presión consisten en una operación sin uso de energía eléctrica en Tixtla y Pilcaya, incremento del 12% de la productividad del agua y aumento de la eficiencia de la red de conducción, cercana al cien por ciento.





Rehabilitación del dren Cucuyachero y manejo de la laguna El Tular

Para el Organismo de Cuenca Pacífico Sur y el gobierno estatal se elaboró el proyecto ejecutivo para la rehabilitación del dren Cucuyachero y se analizaron alternativas para el manejo de la laguna El Tular, en el distrito de riego 095 Atoyac de Álvarez. Entre los resultados destacan la recomendación para resolver la situación legal de los terrenos de la laguna antes de realizar nuevas obras de infraestructura, y la urgencia de lograr un acuerdo entre los protagonistas sociales para resolver el tema de la apertura de la barra entre ganaderos y pescadores. También, se aconseja no unir el dren Fonseca, aguas abajo del distrito de riego, con el estero Cucuyachero, por el posible daño ecológico en la laguna y el peligro de sodificación de suelos. Además, se propone el dragado del paso del embarcadero hacia las palapas, lo cual implica un costo de \$959,236, con el objetivo de que puedan transitar las embarcaciones cuando se abra la barra.

Colaboración con el Estado de México

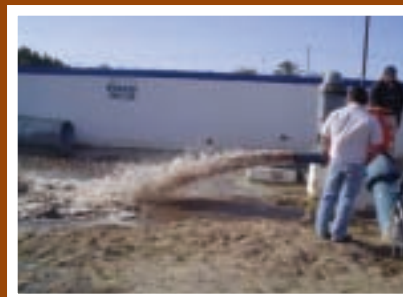
En el Estado de México se inició un Plan Estratégico para la Recuperación Ambiental de la Cuenca de Valle de Bravo. Por otra parte, se desarrolló un Plan de Manejo Ambiental para el distrito de riego Los Insurgentes.

Colaboración con varios estados

Se proporcionó asesoría en administración, operación y conservación a 945 usuarios y técnicos de unidades de riego y sociedades de responsabilidad limitada en Durango, Morelos, Nuevo León y Veracruz, así como en la elaboración del material didáctico; asimismo, en la organización y protocolización de cuatro sociedades de responsabilidad limitada en Morelos, Nuevo León y Veracruz.

Organismo Operador Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de San Luis Río Colorado, Sonora

Se prestó asistencia técnica para la supervisión de los trabajos del sector hidrométrico número uno, mediante el cual se ha iniciado el proceso de sectorización y la consecuente mejora de la operación, reducción de costos y bases para iniciar su programa de reducción de agua no rentable. Asimismo, se realizó el diagnóstico técnico del sistema de distribución del Golfo de Santa Clara, Son., administrado también por el organismo operador, donde se generaron opciones para mejorar la calidad del servicio ante la llegada de la infraestructura hotelera y comercial, incluyendo la ubicación de nuevas fuentes y su incorporación a la red existente.



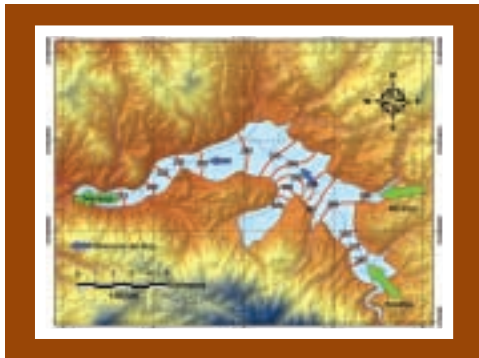
Supervisión del estado de las válvulas ubicadas en los límites del sector 4.



Medición de caudal y desfogue en el pozo número 10, distrito hidrométrico número 4.

Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana, Baja California

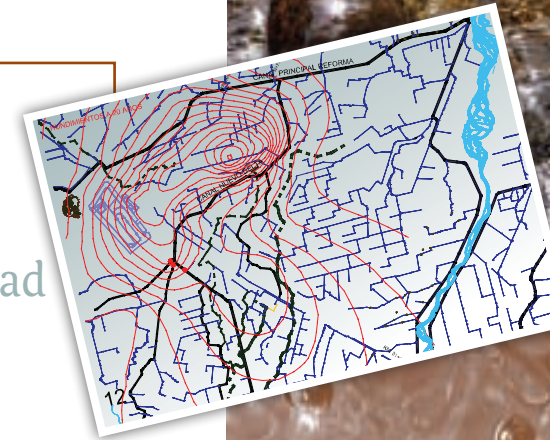
El Instituto realizó un estudio para determinar la factibilidad de infiltrar al subsuelo 500 l/s de aguas residuales tratadas de la ciudad de Tijuana. La zona en estudio se ubica entre el rancho Santa Anita, la presa Abelardo L. Rodríguez y el Valle de las Palmas, B.C. Para cumplir con el objetivo, se hicieron: treinta sondeos transitorios electromagnéticos, el censo de aprovechamientos, la nivelación de veinte brocales, nueve pruebas de infiltración, la caracterización geoquímica en treinta aprovechamientos de agua subterránea y cuatro pruebas de bombeo. La caracterización geoquímica indica que en la zona septentrional del acuífero los niveles de salinidad son muy altos y se observan concentraciones relativamente elevadas de nitrato en el agua subterránea, lo que sugiere que la infiltración de los retornos de riego constituye un importante proceso de salinización del agua subterránea. Por las pruebas se encontró que el acuífero del Valle de las Palmas tiene una alta capacidad de infiltración, lo cual permitiría recargar un flujo de 500 l/s. Sin embargo, no se recomienda dicha recarga debido a los altos niveles de salinidad que presenta el acuífero.



Estudio de factibilidad en Tijuana.

Organismo de Cuenca Península de Baja California, gobierno del estado y Sociedad de Responsabilidad Limitada del DR 014 Río Colorado

El IMTA elaboró un estudio para analizar las alternativas de tecnificación y la propuesta de solución para contrarrestar los efectos del hundimiento del canal Nuevo Delta, garantizar el servicio de riego, reducir los riesgos por colapso de la infraestructura, reducir los volúmenes de agua aplicados y aumentar la utilidad neta de los productores. Se analizaron cinco alternativas de tecnificación: 1) reubicación del trazo del canal Nuevo Delta, 2) plantas de bombeo en combinación con los canales sublaterales actuales para conducir el agua por gravedad, 3) plantas de bombeo en combinación con redes colectivas de baja presión y riego parcelario por gravedad, 4) plantas de bombeo en combinación con redes colectivas de alta presión y sistemas de riego presurizado en las parcelas y 5) plantas de bombeo en combinación con redes colectivas de alta presión, sistemas de riego presurizado en las parcelas y reconversión de cultivos. Se concluyó que la tercera alternativa presenta más ventajas potenciales, ya que beneficiaría a 2,514 usuarios en 33,000 ha; requeriría una inversión directa de \$ 298 millones; permitiría un incremento del nivel de tecnificación mediante una segunda etapa a riego presurizado, así como una reconversión gradual de cultivos en el corto plazo, y generaría un ahorro anual de agua de 3.413 hm³, en la primera etapa, y de 36.682 hm³ en la segunda.





Organismo de Cuenca Lerma- Santiago- Pacífico

Se realizó el inventario de 275 unidades de riego por bombeo, que cubren una superficie de 15,714 ha en un SIG de la cuenca Lerma-Chapala, subcuenca río Duero, bajo Lerma, incorporando datos de parcelación, canales, drenes, estructuras, caminos y maquinaria de conservación, así como la caracterización de los pozos de cada unidad de riego.

Organismo de Cuenca Frontera Sur

A lo largo de la cuenca del río Huehuetán se colocaron instrumentos en cuatro microcuencas de 2 ha cada una, bajo diferentes usos del suelo. Los instrumentos instalados fueron aforadores tipo H, limnógrafos, pluviógrafos clásicos y pluviómetros digitales para la medición de precipitación y escurrimiento en las mismas. Se midió el arrastre de sedimentos a la salida de la microcuenca. Los resultados muestran que la erosividad de la lluvia alcanzó, en la parte alta, un valor de $32,200 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ hr}^{-1} \text{ año}^{-1}$, que representa uno de los más altos del país, por lo que resulta imperativo mantener siempre el suelo con cobertura vegetal. El índice de escurrimiento promedio fue de 0.0268 en la parte alta y 0.156 en la parte baja; el gasto pico para un evento fue de 118 lps en la parte alta y 344.4 lps en la parte baja. Estos últimos datos indican la importancia del uso del terreno en la infiltración del agua al suelo, ya que en la parte alta llueve mucho más y los escurrimientos fueron menores, correspondientes a un uso del suelo de cafetal bajo sombra densa y de pastizal bajo pastoreo con árboles de mango cada diez metros, en las partes alta y baja, respectivamente. En ambos casos, los suelos son migajones arenosos. En producción de sedimentos,

las concentraciones de sólidos en suspensión en la parte alta fueron de 0.274 g/l y de 0.693 g/l en la parte baja, con valores máximos de 0.768 g/l y 2.399 g/l en la parte alta y baja, respectivamente. Lo anterior ratifica el efecto protector de la cobertura vegetal sobre la pérdida de suelo, pues a pesar de que las lluvias fueron más altas en la parte alta, el desprendimiento del suelo es menor.

Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Se llevó a cabo una revisión técnica del comportamiento estructural e hidráulico del acueducto Grijalva-Nido de Águilas, incluyendo el análisis de los efectos transitorios derivados del arranque y paro de bombas. Asimismo, se realizó un proyecto integral para mejorar la distribución del agua en la ciudad; para tal fin se efectuó un análisis de la capacidad de la infraestructura actual, la aportación de $2 \text{ m}^3/\text{s}$ del acueducto y el anteproyecto de un acuaférico. Las recomendaciones derivadas contribuyen a los esfuerzos



Acueducto Grijalva-Nido de Águilas.

que hace el municipio para garantizar la cobertura de agua potable para la ciudad de Tuxtla Gutiérrez durante los próximos 25 años, con lo que se cubren las necesidades de 1,200,000 habitantes.



Otra vista del acueducto Grijalva-Nido de Águilas.

Ayuntamiento de Puebla

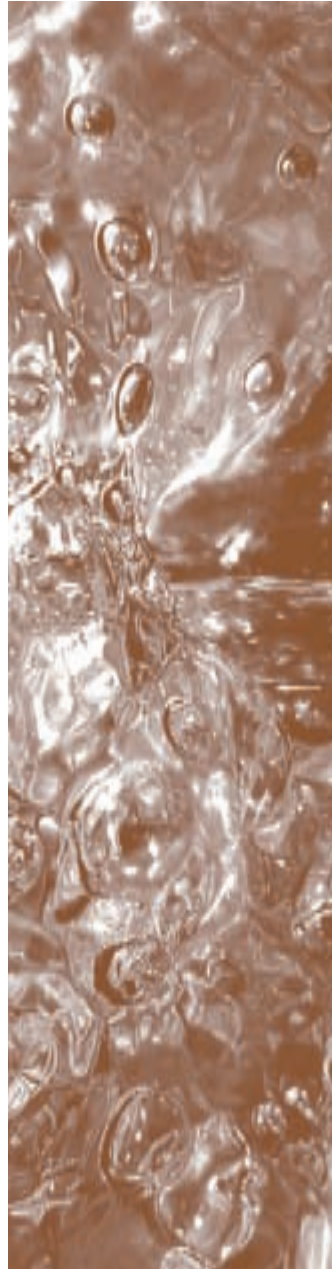
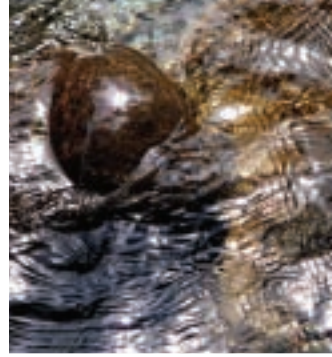
Se realizó el proyecto ejecutivo para el diseño y construcción del sistema de tratamiento de agua de lluvia y distribución del agua tratada en San José Xacxamayo, Puebla. El sistema de tratamiento es del tipo filtración en múltiples etapas para un caudal de 1 l/s para abastecer de agua a una población de mil habitantes. El agua de lluvia captada y almacenada en la olla presentó valores que exceden los límites permisibles de la NOM 127-SSA1-1994 para uso y consumo humano en turbiedad, color, aluminio, coliformes totales y fecales.

Rentabilidad socioeconómica del Programa de Rescate Ecológico de los Ríos Atoyac, Alseseca y la Presa de Valsequillo, Puebla

Se estimaron, en una primera parte, los beneficios ambientales mediante una valoración contingente y los beneficios inmobiliarios debido al aumento en la calidad del agua, así como los beneficios agrícolas, por aumento en la oferta de agua. De esta manera, el proyecto permitió determinar los datos de diseño de las plantas de tratamiento y su ubicación en campo de manera óptima.

Comisión de Agua Potable y Alcantarillado, municipio de Apizaco, Tlaxcala

Con el objetivo de controlar la explotación intensiva del agua subterránea en la porción septentrional del acuífero Alto Atoyac, el IMTA desarrolló un estudio de actualización hidrogeológica que incluyó el cálculo del balance y la disponibilidad del recurso subterráneo. El acuífero en explotación es de tipo libre y se aloja en materiales granulares y volcánicos que presentan una gran heterogeneidad en sus propiedades hidráulicas. Los niveles estáticos varían de 3.0 a 172.8 m de profundidad en las inmediaciones de la Sierra de Tlaxco, hasta valores de 55.4 m hacia el sur de Apizaco. El volumen de extracción de agua subterránea es de 32 hm³/año, más 15.9 hm³/año de flujo lateral y manantiales, mientras que la recarga alcanza los 41 hm³/año, lo cual





indica un déficit de 2.1 hm³/año, en promedio, durante los últimos diez años. El sector que utiliza el mayor volumen de agua es el público-urbano, seguido del industrial y el agrícola. Considerando un volumen concesionado de 39 hm³/año, de acuerdo con el Registro Público de Derechos de Agua, se tiene una disponibilidad negativa de -12.89 hectómetros cúbicos al año.

Diagnóstico de los cambios generados en el ambiente acuático por la regulación del río Santiago

La comunidad de peces es una de las primeras en detectar los cambios producidos por la alteración de su entorno. En el río Santiago, los registros históricos señalan que se han colectado peces desde principios de siglo y que llegaron a registrarse en el tramo que va de la presa Santa Rosa hasta la presa San Rafael alrededor de 68 especies, incluyendo registros sobre los principales tributarios: ríos Verde, Juchipila, Bolaños y Huaynamota. En varios tramos del Santiago, donde se colectaron dichas especies, actualmente ya no se localizan o disminuye su diversidad considerablemente. Además del deterioro de la calidad del agua, la fragmentación del ecosistema fluvial y la homogenización de las condiciones por la presencia de embalses han contribuido a la ausencia de especies en tramos importantes del río. En tributarios tales como el Huaynamota y el Bolaños se registraron ocho especies en total, presentándose especies nativas como la mojarra de río (*Cichlasoma beani*), la mojarra azul (*Lepomis macrochirus*), el bagre (*Ictalurus punctatus*) y otras especies reófilas como el matalote (*Moxostoma austrinum*). Las experiencias sobre la aplicación de medidas de mitigación y conservación de

ecosistemas fluviales tropicales son escasas; se requiere poner mayor énfasis en proteger estos ecosistemas para los cuales no existen normas, acuerdos o restricciones que promuevan su conservación.

Mapa de riesgo para microcuenca de la costa de Chiapas

Los deslizamientos o erosión por movimientos en masa son un serio problema en las cuencas altas de la costa de Chiapas, por lo que se aplicó un método derivado del enfoque pedogeomorfológico, el cual integra información de geoformas, uso del suelo, topografía, precipitación y geología. Mediante métodos estadísticos y álgebra de mapas (SIG) se obtuvo un mapa de riesgo de deslizamientos para una de las microcuencas instrumentadas en la parte alta, obteniéndose la clasificación siguiente: 76% de la cuenca sin riesgo, 21% con riesgo ligero, 2% con riesgo medio y 1% con riesgo alto.



Colaboración con el Instituto Nacional de Ecología y el Colegio de Postgraduados

La cuenca del río Conchos, principal tributario del río Bravo y con una superficie aproximada de 65,000 km², se encuentra entre las regiones áridas del país donde se conjuntan una serie de procesos de degradación de los recursos naturales y de tendencias socioeconómicas que apuntan a la desertificación. Como parte de una investigación, coordinada por el Instituto Nacional de Ecología (INE) y con la colaboración de edafólogos de El Colegio de Postgraduados (Colpos), se elaboraron indicadores sociales generales de población y actividades productivas para caracterizar la agricultura de riego y su relación con las condiciones del suelo. Se aplicó una encuesta socioeconómica a una muestra de agricultores de riego en las principales áreas de riego de la cuenca, en la cual se incluyeron los temas de principales prácticas productivas y la percepción sobre las condiciones del suelo agrícola. Esta información es un insumo para la elaboración de una tipología de productores de riego de acuerdo con una escala de desertificación que están construyendo investigadores del Colpos y del INE, y en la cual se vinculan los aspectos sociales con los edafológicos.

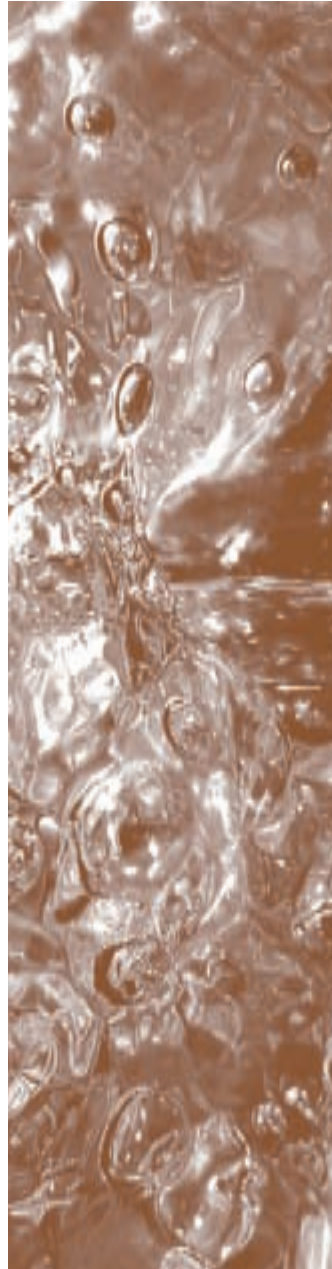
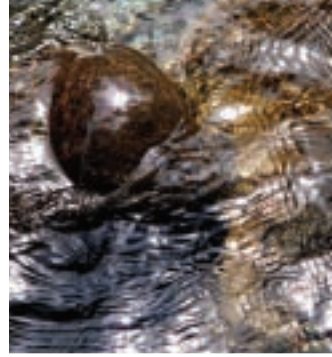
Remoción de arsénico en pozos de Mixco, Guatemala

Se realizaron pruebas de coagulación-floculación-sedimentación para remover arsénico en pozos de la ciudad de Mixco, donde se encontraron concentraciones de arsénico entre 0.13 y 0.16 mg/l, valores que se encuentran por encima de la norma guatemalteca para

agua de consumo humano COGUANOR 29 001:99, de 0.01 mg/l. Los resultados mostraron que con preoxidación, utilizando como coagulante el cloruro férrico con una dosis óptima de 12 mg/l y arcilla, se obtienen remociones de arsénico total del 90.91% y soluble del 100%. Se recomendó el proceso de clarificación convencional para la remoción de arsénico.

Aseguramiento de la calidad en el laboratorio de calidad del agua, IMTA

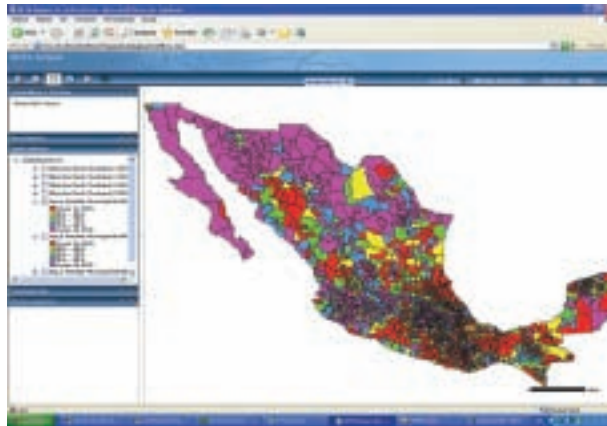
El laboratorio de calidad del agua mantuvo su acreditamiento ante la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. (EMA) en 38 pruebas analíticas, y participó en una prueba de aptitud técnica coordinada por la Conagua con el objeto de renovar la aprobación del laboratorio en las pruebas acreditadas. Asimismo, se participó en una prueba de aptitud coordinada por el Centro Nacional de Metrología para dar cumplimiento a una de las políticas de la EMA, con resultados de aprobación.





Sector industrial y organismos operadores de agua

En el laboratorio de materiales del IMTA se realizaron 103 servicios de evaluación de medidores de agua de diferentes diámetros para atender las solicitudes del sector industrial y de organismos operadores de agua, y se renovó la acreditación ante la EMA para el 2008. Por otra parte, se desarrolló el proyecto ejecutivo e instalación de un nuevo Banco Modular Universal que permitirá la realización de pruebas con fines de certificación, basadas en las normas oficiales mexicanas asociadas con regaderas, fluxómetros, inodoros y válvulas de admisión, y descarga para tanques de inodoro.



Mapa de indicadores.



Banco Modular Universal.

Inversiones del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento

Se analizaron y jerarquizaron las inversiones del subsector mediante los indicadores asociados con sus metas programáticas, para así evaluar la eficiencia en la aplicación de sus recursos financieros.

Trabajos con componente internacional

Desarrollo de bases de datos hidrológicos de cuencas fronterizas

Como parte de la integración del Sistema Nacional de Información sobre Cantidad, Calidad, Usos y Conservación

del Agua, a través del Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Sobre el Agua Conagua-Conacyt, el IMTA participa en un proyecto para el desarrollo de bases de datos hidrológicos que cubran toda la frontera empleando el modelo de datos *ArchHydro*, así como de sendos modelos de gestión y calidad del agua utilizando la plataforma *Water Evaluation and Planning System (WEAP)*, para las cuencas de los ríos Bravo, Colorado y Tijuana. Durante la primera etapa, realizada en 2007, se construyó una base de datos geográfica de la cuenca completa del río Bravo para hidrología superficial con formato *ArchHydro* e información hidrográfica para Estados Unidos de América escala 1:100,000 y, para México, escala 1:50,000, y puntos de monitoreo con información de hidrometría y climatología. Además, se implementó un modelo de gestión *WEAP* para la cuenca del río Bravo, desde el lago Elephant Butte, Nuevo México, hasta el Golfo de México, considerando exclusivamente agua superficial.



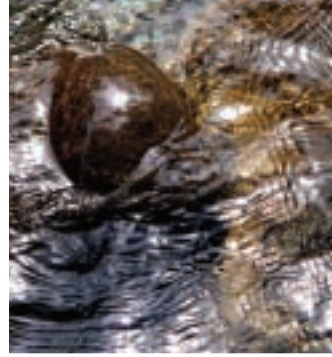
Formato del modelo de datos *ArchHydro*.



Balances hídricos mensuales en 15 cuencas de Costa Rica.

Balances hídricos de cuencas de Costa Rica

En asociación con la empresa canadiense Delcan, y con fondos del Banco Interamericano de Desarrollo, el IMTA hizo los balances hídricos mensuales en 15 de las 34 cuencas principales de Costa Rica, en condiciones actuales y bajo diversos escenarios de aprovechamiento y gestión de los recursos hídricos. El Instituto aplicó, con aprobación del Ministerio del Ambiente y Energía de ese país latinoamericano, su metodología para la elaboración de balances hídricos ya publicada por el Programa Hidrológico Internacional para América Latina y el Caribe de la Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia, la Educación y la Cultura (UNESCO). Los resultados obtenidos en cada una de las 15 cuencas hidrográficas, expresados en términos de la disponibilidad de agua superficial y recarga de agua subterránea, serán utilizados como insumo en la formulación del Plan Nacional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos de Costa Rica. La participación del IMTA en América Central, transfiriendo la experiencia en balances hídricos por cuenca hidrográfica, es un paso importante en la incursión a nuevos mercados tanto en América Central como en América del Sur.



Formación de recursos humanos



Colaboración con la Comisión Nacional del Agua

Programa de capacitación, evaluación y certificación de las capacidades técnicas específicas del personal

Dando seguimiento a la Ley del Servicio Profesional de Carrera, se desarrollaron cuatro nuevas capacidades técnicas específicas: Conservación de la Red de Agua, Riego Superficial de Parcelas, Riego Presurizado de Parcelas y Dirección de Empresas de Agua. Lo anterior promovió una constante actualización de conocimientos del personal y obtener su certificado en una capacidad técnica específica que, en muchos casos, ha permitido obtener el reconocimiento como servidor profesional de carrera.

A todos los organismos de cuenca y direcciones locales se les propuso que el personal interesado en terminar su servicio profesional de carrera, y tuvieran su función relativa a los temas mencionados, pudieran tener el ingreso a estas capacidades técnicas específicas. Los eventos se realizaron en las ciudades de Celaya, Gto.; Jalapa, Ver., y dos en Jiutepec, Mor. La asistencia fue de 38 personas, quienes fueron evaluadas y certificadas en todos los casos correspondientes.

De lo anterior se derivó un programa de capacitación, donde se impartieron 13 cursos a los que asistieron 220 trabajadores pertenecientes a los organismos de cuenca y a las direcciones locales. Fueron diez cursos sobre actualización del marco normativo de la Conagua, dos acerca de medición de caudales y uno referente a la instrumentación y observación meteorológica.

De igual manera, la Conagua solicitó al IMTA ser el organismo verificador del proceso de certificación de las capacidades técnicas transversales evaluadas por la Universidad Autónoma Metropolitana, por lo que además de verificar el proceso de evaluación, también se verificó el de certificación, realizado por la Certificadora de Competencias Laborales; en total fueron dos mil.

Capacitación para personal de la Gerencia de Distritos y Unidades de Riego

Se entrenó a veinte técnicos responsables de los programas de Uso Pleno de la Infraestructura Hidroagrícola, y Uso Eficiente del Agua y la Energía Eléctrica en aspectos de operación, conservación y administración de unidades de riego, y se elaboró el correspondiente material didáctico de apoyo.

Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro con el patrocinio de la Fundación Gonzalo Río Arronte

Mediante el proyecto *Capacitación y transferencia de tecnologías apropiadas en materia de agua para viviendas en comunidades rurales*, se desarrollaron manuales de instalación e impartieron talleres en temas sobre captación de agua de lluvia, cisterna tipo capuchino, huerto familiar, tanque de descarga de fondo, bicibomba, desinfección solar, lavadero ecológico, baño ecológico y lámina de fibrocemento. En total, se realizaron 81 eventos de capacitación con una asistencia de 1,269 participantes y se brindaron 851 asesorías técnicas para la implementación de 2,120 tecnologías, beneficiando a 297 familias. Las actividades se llevaron a cabo en trece comunidades: San Pedro Pareo, La Vitela, Huecorio, Urandén de Carián, Santa Isabel Ajuno y San Juan Tumbio, en Pátzcuaro; Sanambo, en Quiroga, y La Providencia, Los Cerritos, El Pedregal, El Sobrado, La Reunión y Tupátaro, en Huiramba.

Para la población de la cuenca se impartieron cuatro talleres, dos relativos a *Descubre una cuenca: el lago de Pátzcuaro*, y otros dos sobre *Educación y cultura del agua*. El total de participantes ascendió a 194, 77 de ellos niños de educación inicial y preescolar.



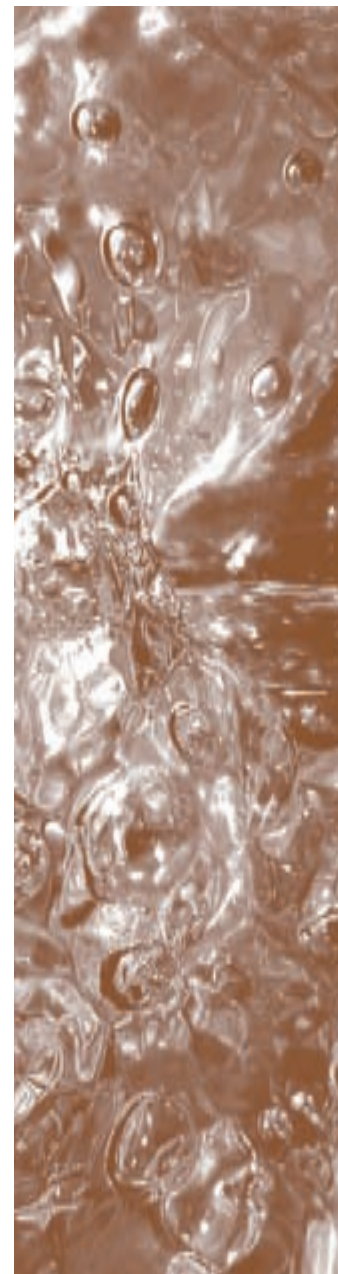
Capacitación en tecnologías apropiadas.

Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento, organismos operadores de agua potable y saneamiento, y comisiones estatales de agua (Programa de Capacitación Externa)

Durante 2007 se realizaron 24 eventos: siete coloquios con 193 asistentes, 15 cursos con 257 capacitados y dos coloquios-taller con cincuenta participantes.

Fideicomiso de Riesgo Compartido

Se desarrolló el V Diplomado en Rehabilitación de Microcuencas, al cual asistieron cincuenta técnicos. Además, el IMTA participó en los módulos de "Formación de instructores" e "Integración de equipos de trabajo" y proporcionó los servicios de su centro de capacitación para la impartición de las sesiones.





Sistema de Capacitación Virtual del IMTA

El Instituto continuó con su sistema de capacitación a distancia mediante el desarrollo de 16 cursos. Tres fueron solicitados por la Comisión Nacional Forestal (Conafor), en temas tales como "Inducción a la Conafor", "Código de conducta" y "Legislación forestal" para capacitar al personal a través de su red interna. Asimismo, vía Internet se impartió el diplomado en Agrometeorología a 35 técnicos de las Fundaciones Produce, además de los módulos I y II del curso *Sequías* a dos personas, el curso *Presentaciones didácticas* a dos personas y el curso *Cómo revisar o mejorar las tarifas en una empresa de agua* a una persona. Una persona inició el diplomado en Gestión Integrada del Agua.

Posgrado en Ciencias del Agua

La Secretaría de Educación Pública (SEP) dictaminó favorablemente el registro de la maestría en Ciencias del Agua, modalidad a distancia, que diseñó el IMTA en las áreas Gestión Integral del Agua de Cuencas y Acuíferos e Hidrometeorología y Meteorología Operativa. Durante 2007 se impartieron los primeros tres cuatrimestres dirigidos a personal de la Conagua, con una matrícula de 25 alumnos en maestría y 11 en doctorado.

En paralelo, se imparte la maestría en Ciencias y Tecnología del Agua, modalidad presencial, con siete estudiantes: cinco en el área de Sistemas Ambientales, uno en Gestión Integrada del Agua y uno en Hidrología y Meteorología. Como apoyo a la formación de los docentes del posgrado, se impartieron dos cursos a veinte especialistas del Instituto.

También, se habilitó la sala de videoconferencias, el portal del posgrado y se cuenta con un acervo bibliográfico y videoteca de las clases impartidas.



Curso de capacitación para la Conagua, en Baja California Sur.

Talleres en los estados

En diferentes estados de la República se llevaron a cabo 64 talleres con 1,714 participantes. Los talleres contienen programas educativos y materiales dirigidos a promover la concientización, aprecio, conocimiento y cuidado del agua.

De 42 talleres *¡Encaucemos el agua!*, dos fueron dirigidos a 81 niños de primaria. En cuanto al tema relativo a cuencas, se impartieron cinco talleres *Descubre una cuenca* a 98 participantes de Querétaro, Morelos y Chihuahua.

Para los organismos operadores se diseñó el *Taller de inducción a la mejora institucional técnica de organismos operadores de agua y saneamiento*, del cual se impartieron



Participantes de Ocuituco, Mor., haciendo una actividad de *Agua para todos*, en las Instalaciones del Instituto.

dos talleres a treinta técnicos de Oaxaca. En Hidalgo, se impartió el *Taller de educación ambiental y cultura del agua* a cuarenta participantes de la Comisión Estatal del Agua. A solicitud del Instituto de Educación Básica del Estado de Morelos, se estructuró el taller *Cambio climático* para las Brigadas Quetzálatl, impartido a cincuenta maestros.

Material videográfico para talleres sobre cultura del agua

Se continuó apoyando la capacitación a técnicos y educadores ambientales en los programas Taller de Cultura del Agua para Niños, Educación y Cultura del Agua, y Descubre una Cuenca: el Lago de Pátzcuaro.

Transversalidad Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Secretaría de Educación Pública

Se participó en la Agenda de Transversalidad Semarnat-SEP, donde se establecieron las bases de colaboración entre las dos secretarías para el periodo 2007-2012 e incluir la agenda ambiental, de forma transversal, en las reformas educativas del nivel básico planteadas para los libros de texto.

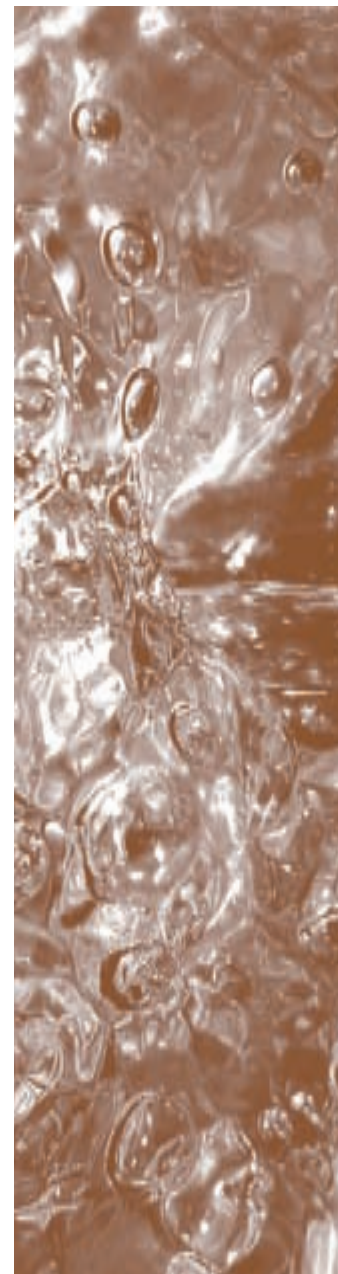
Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. Programa de Capacitación y Educación Ambiental

En la zona de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla se inició un programa de capacitación y educación ambiental con tres años de duración, cuyo objetivo es promover entre las personas que viven o trabajan en el lugar, la conservación y el aprecio por los recursos naturales. El proyecto cuenta con la

colaboración de Pemex Exploración y Producción, y de la Dirección de la Reserva Pantanos de Centla de la Semarnat. A un año de trabajo, fueron capacitadas 217 personas de Pemex y maestros instructores comunitarios del Consejo Nacional de Fomento Educativo. Se han generado materiales educativos tal como la *Guía para formación de facilitadores*, cuya metodología se transmite con base en talleres de sensibilización ambiental, aplicación de ejemplos derivados de las necesidades locales de difusión del conocimiento, pláticas acerca de la Reserva y sobre valores y servicios ambientales de la zona.



Actividad sobre restauración de ecosistemas con personal de Pemex.





La Agenda Azul de las Mujeres

La formulación de la Agenda Azul de las Mujeres se llevó a cabo mediante la realización de una serie de talleres en comunidades rurales y urbanas bajo una metodología común, cuyos resultados sistematizados se encuentran en la publicación *La Agenda Azul de las Mujeres*, en coedición IMTA, Red de Género y Ambiente, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y Semarnat. El documento identifica las características y condiciones de gestión y toma de decisiones de las mujeres, relacionadas con el agua en comunidades rurales y semiurbanas; también busca formular una agenda de incidencia en políticas públicas y contribuir al proceso de discusión sobre la participación de las mujeres en el sector hídrico. Como seguimiento al proceso generado en la construcción de la Agenda Azul de las Mujeres, se realizaron una serie de talleres cuyos objetivos fueron, por un lado, diseñar una estrategia de incidencia en políticas públicas con enfoque de género y, por el otro, crear condiciones para la transversalización del enfoque de género al interior del IMTA. Como una estrategia de incidencia en política pública, se efectuó un foro en el Distrito Federal, a fin de abrir un espacio de discusión y propuesta de acción sobre las políticas hídricas en México, desde un enfoque de género, entre instituciones de los poderes Ejecutivo y Legislativo, organismos internacionales y organizaciones de la sociedad civil. El evento contó con la presencia de cincuenta asistentes provenientes de distintas organizaciones civiles, organismos internacionales, universidades e instituciones gubernamentales. En lo relativo a la transversalización del enfoque de equidad de género al interior del IMTA, se hicieron cuatro talleres de sensibilización en género y medio ambiente a especialistas de las diferentes coordinaciones, con una asistencia de 71 especialistas. La Agenda Azul de las Mujeres obtuvo el premio a una de las mejores prácticas en Latinoamérica, otorgado por América Latina Genera.

Comunicación social

Con el objetivo de presentar un marco contextual y algunas herramientas prácticas a grupos de campesinos e indígenas en la gestión y operación de radios comunitarias, se llevó a cabo el taller *La voz comunitaria: agua y comunicación*, desarrollado durante tres jornadas de trabajo, combinando sesiones teóricas y prácticas, temática y metodológicamente articuladas, a fin de que los participantes contaran con elementos básicos que les permitan diseñar y operar un proyecto radiofónico que funja como un espacio de comunicación comunitaria, encaminado a promover objetivos propios de desarrollo sustentable de las comunidades donde se inserta. El curso-taller contó con quince personas de varias etnias indígenas y la participación de la *Water Law and Indigenous Rights* y el Colegio de San Luis.

Certificación de competencias laborales en apoyo al servicio civil de carrera del sector agua

De manera interna se desarrolló el proyecto de certificación de competencias laborales y su objetivo consistió en dar continuidad a las acciones emprendidas por el Centro de Evaluación de Competencia Laboral del IMTA. Las actividades fueron: 1) certificación de veinte especialistas del IMTA como evaluadores en diferentes temas de las normas técnicas de competencia laboral (NTCL), 2) elaboración de dos instrumentos de evaluación: conservación del funcionamiento operativo de la red de alcantarillado y análisis de agua para uso y consumo humano (Unidad I), complementos de las normas correspondientes, 3) elaboración de un proyecto de NTCL sobre selección, evaluación, instalación y reparación de medidores domiciliarios de agua, 4) elaboración de un proyecto y un anteproyecto de normas técnicas de competencia profesional, con apoyo del Colegio de Ingenieros Civiles del Estado de México, y 5) elaboración de un proyecto de NTCL de canaleros de módulos de riego.

Promoción y difusión del conocimiento

Colaboración con la Comisión Nacional del Agua

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento (MAPAS)

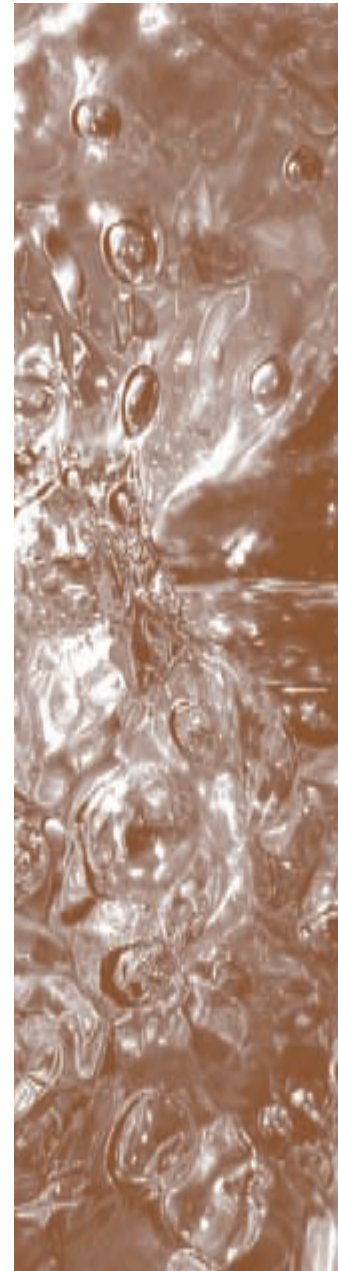
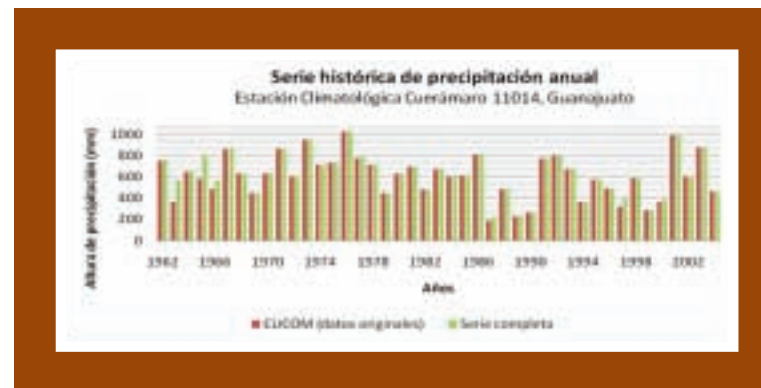
Se implementó la primera etapa de modificaciones para una nueva estructura y una edición mejorada del MAPAS, además de mejorar y actualizar su contenido técnico. En su versión electrónica, se incluyen hipervínculos para el acceso interactivo a cada uno de los temas o fascículos que conforman el manual.

Actualización del Bandas

Para mantener la disposición a público de datos hidrológicos, el IMTA actualizó esta información contenida en el Banco Nacional de Aguas Superficiales (*Bandas*). Se renovaron tres años de información hidrométrica, de 2003 a 2005, lo que representa 1,500 años/estación/vaso correspondientes a 488 estaciones y 116 vasos. En forma paralela, algunas direcciones locales de la Conagua y organismos de cuenca aportaron al banco el cálculo realizado por ellos. Para darle mayor confiabilidad a la información, el cálculo en su totalidad es revisado por cada una de las direcciones y organismos mencionados. Para su distribución y consulta, se generó una nueva serie de discos compactos.

Sistemas de información hidrométrica y climatológica

Con la finalidad de contar con información completa en las estaciones hidrométricas y climatológicas dentro de la Región Hidrológica No. 12 Lerma-Chapala, se realizó una revisión y reconstrucción de las series históricas de lluvia y escurrimiento tomando como base la información registrada en los sistemas *Clicom* y *Bandas*, respectivamente. Las series de datos resultantes se incluyeron dentro de una base de datos geográfica que cuenta con la estructura del modelo de datos de *ArchHydro*. Este modelo de datos permite organizar los datos asociados a los recursos hídricos superficiales en una estructura estándar, integrando series de tiempo y datos espaciales en un solo depósito de datos (base de datos geográfica), con lo cual se reducen los problemas asociados a la información.





Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro con el patrocinio de la Fundación Gonzalo Río Arronte

Índices de calidad del agua en el lago

Se actualizó el SIG y se consolidó la batería de indicadores ambientales. A partir del último monitoreo asociado con el índice de calidad del agua, se concluye que el lago es apto para la producción piscícola.

Sistema para la evaluación del impacto social de programas y proyectos ambientales

En el marco del Programa se desarrolló el *Sistema para la evaluación del impacto social de programas y proyectos ambientales* (Seiso). Este sistema es una herramienta de cómputo que sirve para valorar cuantitativamente el impacto social de los proyectos y programas ambientales relacionados con el agua. De esa manera, el sistema sirve para responder concretamente a dos temas: el avance en la recuperación ambiental de la cuenca con los programas y proyectos que se llevan a cabo en la misma, y la incidencia de los mismos en la vida de los pobladores de la cuenca. Con el objetivo de que el Seiso pudiera ser apropiado por los organismos civiles e instituciones de la región, se impartió un taller de transferencia del sistema en las instalaciones del Centro de Cooperación Regional para la Educación de Adultos en América Latina y El Caribe, el cual contó con la asistencia de quince participantes.

Elaboración de manuales en apoyo a la transferencia y difusión de tecnologías apropiadas

En apoyo a la transferencia y difusión de tecnologías apropiadas, se elaboró el *Manual para transferencia de paquetes integrales de tecnologías apropiadas en materia de agua en zonas marginales*, el manual *Buenas prácticas de higiene y sanidad en el suministro de agua y manipulación de alimentos*, y una serie autodidáctica para la instalación de nueve tecnologías.

Foro Nacional para la Determinación del Uso Ambiental o Caudal Ecológico en México

En el Foro se conjuntaron 38 instituciones entre académicas, gubernamentales, sociales y organizaciones civiles, y se contó con la participación de 110 personas. Entre las principales conclusiones resaltan: la necesidad de tener datos hidrológicos históricos confiables, obtener los caudales base por cuenca, generar información de los requerimientos de agua para los diversos componentes bióticos del ecosistema (peces, humedales, vegetación riparia, etc.), involucrar a la sociedad y revisar los aspectos legales de la implementación del caudal ecológico.

Se produjeron las memorias audiovisuales del Foro en dos discos, uno con un resumen general y otro con las conferencias magistrales: "*Environment Flow Determination Global Trends*", "*Experiencias y metodologías en Estados Unidos*", "*Experiencia de Australia*", "*Experiencia en Centroamérica*" y "*Pagos y mercados para los caudales ecológicos*". Este último disco contiene, además, las trece presentaciones correspondientes a las cinco mesas de trabajo que tuvieron lugar. Derivado del foro, se editó un libro.

Seminario Internacional de Gestión y Regulación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento

Este seminario internacional, organizado por la Semarnat, el IMTA, la Conagua, la Asociación Nacional de Empresas de Agua Potable y Saneamiento, y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, se celebró con la finalidad de buscar mejores esquemas para satisfacer las respectivas necesidades por parte de las distintas poblaciones del orbe. Participaron, entre otros, expertos de México, Chile, Colombia, Estado Unidos, España y Francia. Se concluyó que en nuestro país los organismos operadores del servicio de agua potable requieren iniciar un proceso de transformación, en el que es prioritaria la mejoría de la calidad del servicio, para lo cual resulta indispensable el establecimiento de criterios y normas que aseguren una operación con estándares internacionales. Se recomendó, como un paso crucial, la creación de una Ley de Servicios de Agua Potable y Saneamiento. Como derivación del seminario se editó un libro para así mantener abierta la discusión y generar propuestas que redunden en la

creación de arreglos institucionales y jurídicos que, ulteriormente, sustenten un marco regulativo para la prestación eficiente de estos servicios. Las presentaciones del seminario pueden consultarse en la página web del Instituto.

Producción de material videográfico

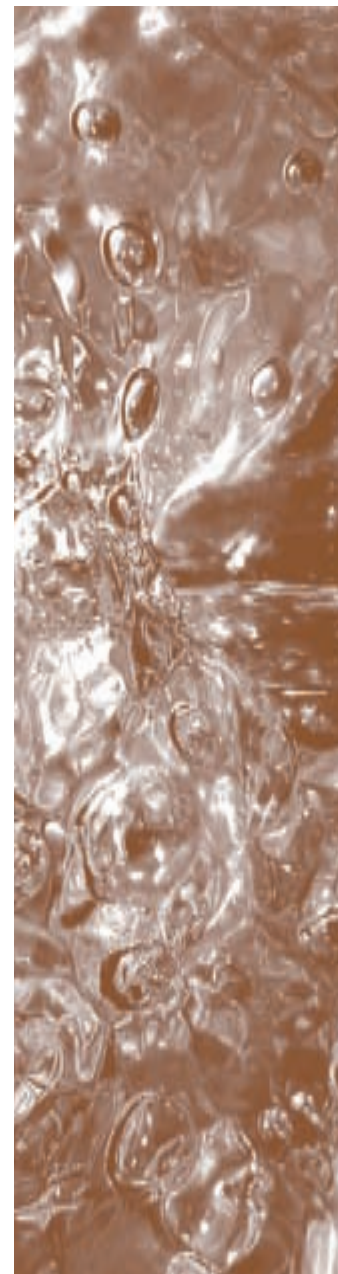
La producción de material videográfico se enfocó a apoyar proyectos de diversas áreas del IMTA, con objeto de dar valor agregado a los mismos y contar con materiales de comunicación para seguimiento, análisis, presentación y difusión. De esta manera, se realizaron las siguientes producciones:

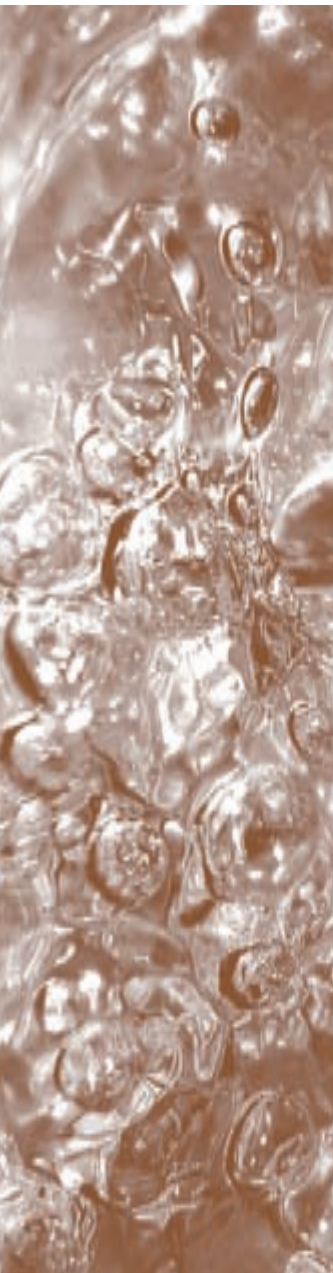
Videos como apoyo a la investigación

Para la construcción del modelo hidráulico de la presa Arcediano (obra de toma), y la presa Coyotes (vertedor), se hizo el seguimiento videográfico de la construcción de estos modelos a escala, con objeto de compararlos con los prototipos y los modelos matemáticos, lo que permitirá, además, la difusión de los trabajos del laboratorio. En el proyecto *Acciones para preservar el capital hidroagrícola en los distritos de riego de México*, se produjo el video que permitió mostrar en campo la operación de la maquinaria entregada a las organizaciones de usuarios, así como la manera de realizar las actividades de conservación de la infraestructura concesionada. De igual forma, en el proyecto sobre instalación de medidores en la presa El Palmito, Lázaro Cárdenas, Dgo., se elaboró para el cliente un reporte técnico en video, como un producto agregado. De la misma manera, para el proyecto *Desinfección del agua con luz ultravioleta* se produjo el video que ilustra el proceso como material de apoyo a su aplicación y difusión.



Registro de cambio de compuertas radiales en un canal principal en el distrito de riego 038 Río Mayo, Sonora.



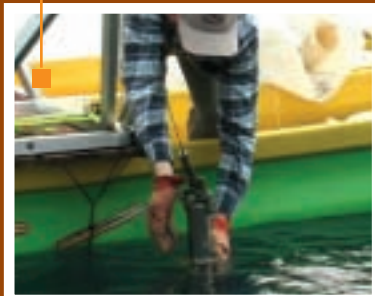


Videos para diseminación del conocimiento

Se produjeron seis videos y se participó activamente en diversos eventos, se reprodujo material del acervo videográfico existente y se registraron y elaboraron materiales de apoyo a las labores de divulgación y difusión del quehacer del Instituto, como se detalla en seguida:

Producción del video *Lo que sabemos de nuestros bosques*, que formó parte del programa de educación ambiental y cultura del agua en la cuenca del lago de Pátzcuaro; desarrollo de un multimedia con contenidos didácticos sobre principios básicos de meteorología, orientado a adolescentes y docentes interesados en el tema; se continuó con la serie sobre cultura del agua para niños y jóvenes, mediante la producción de los videos *Los estados físicos del agua*, en animación por computadora, y *Los humedales en México*; producción de los videos *El agua en la tierra y la laguna de Miramar: una investigación a profundidad*, materiales de difusión y divulgación del conocimiento del agua; producción de dos DVD del Foro Nacional sobre la Determinación del Uso Ambiental del Agua o Caudal Ecológico. Para la Semana Científica y Cultural del Agua, que tuvo

Registro de extracción de sedimentos en la laguna de Miramar.



una asistencia de más de 1,400 personas, además de participar y apoyar en su organización, se produjo un DVD y se realizó el ciclo de cine: Cine y Agua. Como parte de las labores de difusión se propor-

cionó el servicio de reproducción de material del acervo videográfico, tanto para su comercialización como para uso interno o cesión del material (6,416 títulos y 2,055 dispositivos), con propósitos de capacitación, presentación o promoción, entre otros. Asimismo, se elaboró un conjunto de DVD, como parte de las actividades orientadas a la divulgación del conocimiento sobre el tema, tales como: Seminario Internacional de Gestión y Regulación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento, y la ponencia “Evaluación del cambio climático en el ciclo hidrológico”, entre otros.

Culturas indígenas y el agua en el oriente de Yucatán

Como parte de un esfuerzo de varios años sobre el conocimiento de las condiciones socioambientales y culturales en las que viven los pueblos indígenas de México, se realizó un estudio etnográfico en el oriente de Yucatán con el fin de registrar la ceremonia dedicada al *Chaac Chaac*, y acrecentar el conocimiento sobre culturas indígenas y su relación con el agua. Este reconocimiento etnográfico se llevó a cabo mediante entrevistas y obtención de imágenes de la ceremonia completa.

En la misma tónica, se elaboraron tres libros con el objetivo de servir para la difusión de las condiciones en torno a la cosmovisión, la sociedad y la organización de pueblos indígenas. Los títulos son: “*Allá donde está, allá en la cueva, Talokan*”. *La cultura y el agua en comunidades nahuas de Cuetzalan*; *Cosmovisión indígena del agua entre los chontales de Tabasco*, y *El agua en los pueblos p’urhepecha*. Itsi p’urhécheri uantantskua.

Centro Nacional Documental Técnico y Científico sobre la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos

Se elaboró un diagnóstico de la situación y definición del Centro y se desarrolló un estudio de usuarios para detectar las necesidades de información de los investigadores del IMTA. También, se hizo un plan de reingeniería del Centro de Consulta del Agua (Cenca) para transformarse en el Centro Nacional Documental Técnico, así como una revisión y corrección de la base de datos, además de una adecuación de las instalaciones. Se implementaron nuevos servicios de información, tales como: consulta a bases de datos bibliográficas internacionales y normas técnicas desde las computadoras de los especialistas en sus áreas de trabajo, y se hicieron 41,827 consultas al portal del Centro.



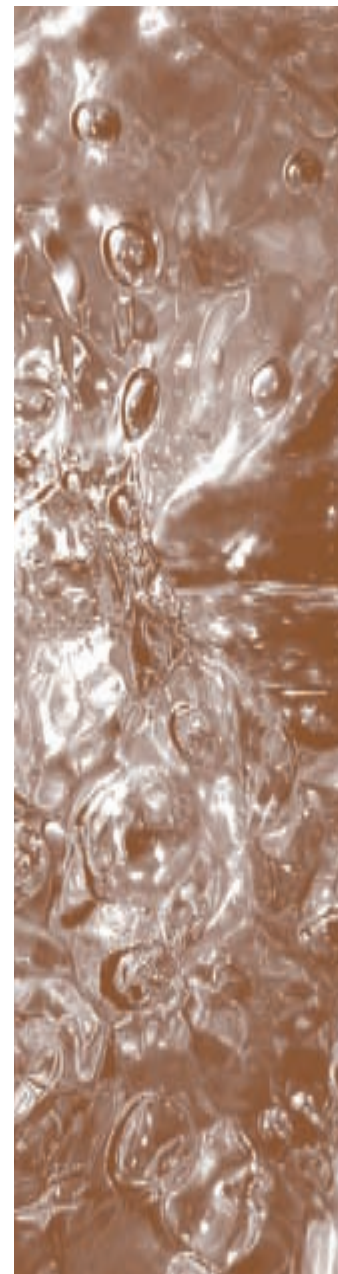
Red piloto de bibliotecas digitales sobre los recursos hídricos en México

Se desarrolló una red piloto de bibliotecas digitales sobre los recursos hídricos en México conformada por dos nodos: uno ubicado en el Instituto y otro en la Red Lerma, localizado en el Centro Interamericano de Recursos del Agua (CIRA), así como una metodología para la instalación de bibliotecas digitales. Se estableció un convenio de colaboración con el CIRA que servirá como base para establecer las relaciones necesarias de cooperación para adherir a la red de bibliotecas digitales a más instituciones.

Nueva página del IMTA

En cumplimiento a los lineamientos internos fijados para su operación, así como de los lineamientos establecidos por el *Sistema Internet* de la Presidencia de la República, se dio mantenimiento al sitio web del Instituto, actualizando los contenidos de acuerdo con las disposiciones legales aplicables.

Se registraron 57,186 visitas al sitio web del IMTA del 6 de junio al 31 de diciembre de 2007, lo cual significa casi tres veces la meta institucional programada. El sitio presenta el quehacer del IMTA: documentos en línea, videos, micrositos, sección para niños, productos de conocimiento, información institucional y una sección de transparencia gubernamental, entre otros aspectos.





Atl, El Portal del Agua desde México

Se desarrolló e implementó *Atl, El Portal del Agua desde México* (www.atl.org.mx), una ventana al conocimiento universal del agua desde la perspectiva mexicana. El portal facilitará el acceso y participación de la sociedad y especialistas en el tema, y permitirá mecanismos para la discusión y colaboración en línea a nivel nacional.

Gaceta del IMTA

La *Gaceta del IMTA* difunde avances y resultados de proyectos del Instituto y se dirige hacia los *stakeholders* del sector medio ambiente. Se publicaron ocho números, se distribuyó en formato digital a 17,000 contactos del sector ambiental, presenta acceso a través del sitio web del IMTA y la posibilidad de imprimir ejemplares. Durante el año se difundieron treinta de las acciones y resultados más relevantes de las diversas áreas del Instituto.

Publicaciones

Revista Ingeniería Hidráulica en México

La revista ha consolidado su posición como una de las más importantes en ciencia y tecnología del agua en Iberoamérica, con base en su alta calidad del contenido y difusión de aportaciones originales, dentro de la hidrología, hidráulica, gestión y calidad del agua, ciencias biológicas y económicas, entre otras áreas del conocimiento.

Durante el año se editaron cuatro números, se designaron reconocidas personalidades que integran el Comité Editorial como editores por temas y se modernizó su sistema de gestión y dictamen. La revista sostiene su reconocimiento al mantenerse incluida en 19 índices y bases de datos internacionales, entre ellos, en el *Institute for Scientific Information (ISI)* y en el *Índice de revistas mexicanas de investigación científica y tecnológica*, actualización 2006-2007, del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.



Programa editorial

El conocimiento generado por las diversas áreas del Instituto se diseminó mediante nueve títulos producidos durante el año:

Efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México

Acciones para la recuperación ambiental de la cuenca Lerma-Chapala

Simposio Internacional Entomología Acuática Mexicana: Estado Actual de Conocimiento y Aplicación

Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad. Prioridades en México

Requerimientos para la implementación de caudal ambiental en México

Memoria ilustrada del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro. Avances 2003-2007

Manuales de instalación de tecnologías apropiadas en materia de agua para vivienda rural (serie de nueve manuales)

Gestión y regulación de los servicios de agua potable y saneamiento. La experiencia mexicana e internacional

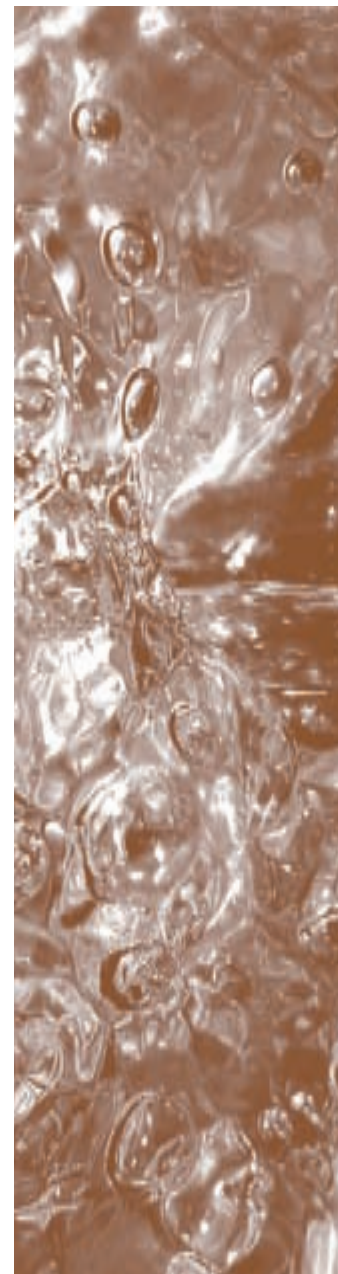
La gestión del agua en la cuenca del río Amacuzac: diagnósticos, reflexiones y desafíos

Exposiciones gráficas institucionales y comercialización de publicaciones

Se participó en 42 exposiciones en diversos foros técnico-científicos, entre ellos: Foro Nacional para la Determinación del Uso Ambiental o Caudal Ecológico en México, y el Seminario Internacional de Gestión y Regulación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento. Con esto, se fortaleció la difusión del quehacer institucional y la vinculación del IMTA con diversos nichos de *stakeholders*.

Producción radiofónica

El programa *Planeta Agua*, espacio radiofónico del IMTA en colaboración con la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, amplía el alcance de diseminación de conocimiento a sectores amplios de la sociedad morelense. Se llevaron a cabo cuarenta emisiones, con una audiencia promedio estimada en 35,000 escuchas por emisión semanal. La constante participación de nuestros especialistas, así como la difusión de su conocimiento y trabajo, fortalece la presencia del Instituto en el estado.





Presencia internacional del IMTA

Proyecto Antinomias

En el contexto del VI Programa marco que promueve la Comunidad Europea para establecer convenios de colaboración internacional en materia de investigación y desarrollo tecnológico, fue aprobado el proyecto *Antinomias (Red de conocimientos para resolver problemas reales del agua en países en vías de desarrollo: superando las diferencias y vacíos de conocimiento)*, en el que participan 13 instituciones de Europa, Asia, África y América Latina en la modalidad de consorcio de investigación, con duración de tres años. El IMTA ha desarrollado, a la fecha, un balance de la problemática real en materia de agua potable y saneamiento, identificándose un compendio de tecnologías y prácticas que se han implementado en las áreas urbanas y rurales; asimismo, se seleccionaron un grupo de tecnologías y los sitios para llevar a cabo estudios de caso que permitan evaluar su eficacia, impacto social y grado de sustentabilidad.

Metas del Milenio en Agua Potable y Saneamiento

Mediante el apoyo para la consecución de las Metas del Milenio en Agua Potable y Saneamiento, el IMTA consolida su presencia en América Latina. Así, a través de una comitiva de expertos en potabilización y tratamiento de aguas residuales, el Instituto atendió una petición de la Agencia de Desarrollo Económico Local de la Provincia de Vélez, de Colombia, para establecer políticas y programas de manejo sustentable del agua en ese país.

VI Diálogo Interamericano de Gestión del Agua

La participación del IMTA en el VI Diálogo Interamericano de Gestión del Agua, celebrado en Guatemala, consolida dos aspectos: la importancia de un enfoque regional respecto al manejo integral del recurso posicionando temas y mecanismos de cooperación en la agenda, y el fortalecimiento del Comité Mexicano del Programa Hidrológico Internacional que ahora, con una visión integral e incluyente, alberga instituciones que brindan nuevas aportaciones al sector hídrico; ejemplo de ello son la Diversidad Nacional Autónoma de México, el Centro Interamericano de Recursos del Agua y la Conagua, entre otras.



Agencia de Cooperación Internacional del Japón

En la interacción con agencias internacionales, destaca la llevada a cabo con la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA, por sus siglas en inglés), en especial, lo referente al mecanismo de evaluación que por primera vez hace la JICA con un país socio para conocer el grado de impacto de la capacitación a terceros. Se editará un libro donde se reseña y evalúa, a posteriori, el curso internacional *Sistemas integrados de tratamiento de aguas residuales y reúso para un ambiente sustentable* que el IMTA, en colaboración con la JICA, impartió durante cinco años a participantes de Centro y Sudamérica. Con esta acción se constata la importancia y prestigio del Instituto en la región americana.

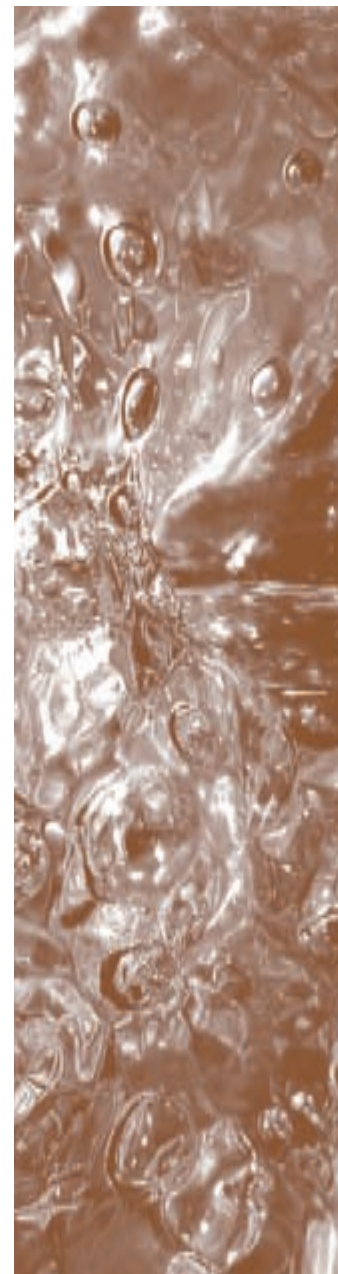
Taller del delta del río Colorado y Canal Todo Americano

Con respecto a las aguas transfronterizas, el IMTA se incorporó a grupos de discusión de la frontera norte y organizó el *Taller del delta del río Colorado y Canal Todo Americano*, para abrir foros de discusión intersecretariales e intersectoriales, así como apoyar en la toma de decisiones en los órdenes nacional y binacional, desde la perspectiva de las comunidades científicas.

México en el Programa Hidrológico Internacional

Uno de los objetivos del *Atlas de Culturas del Agua en América Latina y El Caribe*, promovido por la UNESCO, es el desarrollo de una visión de las culturas hídras de América Latina desde las culturas más antiguas hasta los grupos étnicos actuales. Para el capítulo "México", el *Atlas* fue coordinado por el IMTA, a través del Comité Nacional Mexicano del Programa Hidrológico Internacional, para la elaboración de 22 fichas de pueblos indígenas. Una de las actividades programadas en este proyecto fue la realización de un taller de expertos para discutir y conocer la metodología de realización de fichas por cultura. Otras instituciones que participaron en el *Atlas* son: la UNAM, el Museo de Antropología de la Ciudad de México, el Colegio de Michoacán, el Centro de Investigaciones en Ecosistemas, el Instituto Nacional de Antropología e Historia y el Archivo Histórico del Agua.

En el marco del Programa de Cátedras UNESCO, que opera desde 1992, el IMTA propuso la Cátedra "El agua en la sociedad del conocimiento". El proyecto es revisado por consultores de la UNESCO para su autorización y cuenta con el respaldo de la Comisión Mexicana de Cooperación con la UNESCO, de la oficina de la UNESCO en México, del *Institute for Water Education* y del *International Hydrological Programme*. La Cátedra tiene por objetivos formar una red del conocimiento del agua en México que contribuya a organizar y sistematizar el material cognitivo acumulado sobre este recurso y campos asociados, generar mecanismos para su apropiación social y garantizar políticas públicas que articulen el desarrollo productivo del país con una gestión sustentable de los recursos hídricos. Su instalación en México será significativa, ya que el conocimiento del agua es determinante para una adecuada gestión integral del recurso. La Cátedra será formalmente iniciada en el primer trimestre de 2008.





Algunos hechos importantes

Hechos de gran significación se sucedieron en el IMTA durante el año 2007.

A continuación, de manera cronológica, se enlistan algunos de ellos.

Semana Científica y Cultural del Agua 2007

Con la organización de la Semana Científica y Cultural del Agua IMTA 2007, el Instituto abrió un espacio para hacer posible la difusión del conocimiento en torno a este recurso vital a través de una serie de actividades de corte científico, cultural y artístico.

Del 20 al 24 de marzo, en la sede del IMTA, el diálogo abierto con expertos de México y de diversos países invitados, la apreciación estética de las realidades del agua a través del lenguaje universal del cine, la música y diversas actividades de divulgación científica, cultura y ética del agua, estimularon la reflexión de la sociedad para la búsqueda de nuevas formas de relacionarnos con el agua, más acordes con el mundo en que vivimos y el futuro que deseamos. Se contó con la asistencia de 1,400 personas.

Firma del convenio con el Firco

El 17 de abril se firmó el Convenio General de Colaboración entre el Firco y el IMTA. El objetivo de las instituciones firmantes es aprovechar sus respectivas capacidades a favor de la generación y transferencia de tecnologías aplicadas a las microcuencas y al desarrollo de agronegocios.

El IMTA presentó al Firco una serie de proyectos: programa de divulgación de resultados en microcuencas, alternativas de tratamiento de aguas residuales (humedales), potabilización de agua de lluvia rodada, tecnologías alternativas para zonas marginadas, cultura del agua para promotores y el establecimiento de un Posgrado de Microcuencas a Distancia. Así, el IMTA servirá de catalizador tecnológico mientras que el Firco impulsará la participación de dependencias gubernamentales.

Inauguración de la Sala de Videoconferencias Conagua-Conacyt-IMTA

El 20 de abril concluyeron las clases de la Maestría en Ciencias del Agua, misma que se ofrece a los estudiantes de niveles superiores dentro del marco del Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo sobre el Agua. Dicho Fondo es auspiciado por la Conagua y el Conacyt. La participación del IMTA en él consiste en el desarrollo de los proyectos denominados Maestría en Ciencias del Agua (generación 2007-2008) y Doctorado en Ciencias y Tecnología del Agua (generación 2007-2009), en las áreas de Hidrometeorología, Meteorología Operativa y Gestión Integral del Agua de Cuencas y Acuíferos.

En el marco de este fin de cursos, la maestra en ingeniería Adriana Guerra, Coordinadora de Procedimientos Técnicos de la Conagua, y el doctor Polioptro Martínez Austria, Director General del IMTA, inauguraron la sala de videoconferencias, ubicada en el edificio de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, Campus Morelos.

Proyecto Antinomos

En colaboración con la Unión Europea, durante el mes de abril se comenzó el proyecto **ANTINOMOS**. El IMTA participa como colíder en el tema "Administración y gestión de conocimiento", y contribuye a conceptualizar el marco de referencia y los estudios de caso para identificar conocimientos relevantes de tecnologías y prácticas globales y locales en México.

Gaceta del IMTA

En mayo apareció el número 1 de la **Gaceta del IMTA**, publicación electrónica mensual creada para difundir los avances y resultados de los proyectos. Está dirigida, en especial, hacia los **stakeholders** del Instituto. Presenta acceso a través del sitio web del IMTA y la posibilidad de imprimir ejemplares.

Foro Nacional sobre la Determinación del Uso Ambiental del Agua en México

Del 3 al 11 de junio, en la sede del IMTA, se inauguró el Foro Nacional sobre la Determinación del Uso Ambiental del Agua en México. Organizado por el IMTA y la Alianza *World Wildlife Fund* (WWF)-Fundación Gonzalo Río Arronte, y con el apoyo del Grupo HSBC, el evento fue un espacio para que expertos de nuestro país, así como invitados de Latinoamérica, Australia y los Estados Unidos de América identificaran y analizaran la forma más adecuada para garantizar la cantidad y la calidad necesaria de agua que permita preservar los ecosistemas que dependen de ella en el país, y hacerlo de manera compatible con los usos humanos del propio recurso.

Nuevo sitio web del IMTA

El mes de junio, el sitio web del IMTA renovó su imagen en apego a los lineamientos de identidad gráfica que el *Sistema Internet* de la Presidencia de la República emitió con el fin de homologar los sitios web de la Administración Pública Federal.

La nueva estructura permitió una mayor oferta de contenido e interactividad mediante ligas a microsítios donde el usuario pueda encontrar información útil y práctica, descargar archivos, hacer búsquedas bibliográficas, leer libros en línea y enterarse de eventos relacionados con el agua. Además, atendiendo al compromiso establecido en diversos foros internacionales, el sitio ofrece una nueva sección infantil interactiva donde los niños aprenden divirtiéndose y se divierten aprendiendo sobre el agua.

Firma del Convenio para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Río Apatlaco

Con la presencia del Gobernador del estado de Morelos, Dr. Marco Antonio Adame Castillo y del Director de la Conagua, Ing. José Luis Luege Tamargo, así como de diversas autoridades federales y municipales de la mencionada entidad y destacados representantes

de la sociedad civil, el 19 de julio, en el salón Gobernadores del Palacio de Gobierno, se suscribió el Convenio General de Colaboración para crear la Comisión Intersecretarial e Intersectorial para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Río Apatlaco, el cual tendrá vigencia a partir de su firma hasta el 30 de septiembre de 2012.

Durante la primera etapa, el IMTA ejecutará, administrará y supervisará técnicamente los proyectos acordados y convenidos con los demás firmantes del convenio general; presentará un informe trimestral sobre el avance técnico de los proyectos que estén bajo su supervisión o dirección técnica, y aportará recursos de acuerdo con los términos del convenio.

Seminario Gestión y Regulación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento

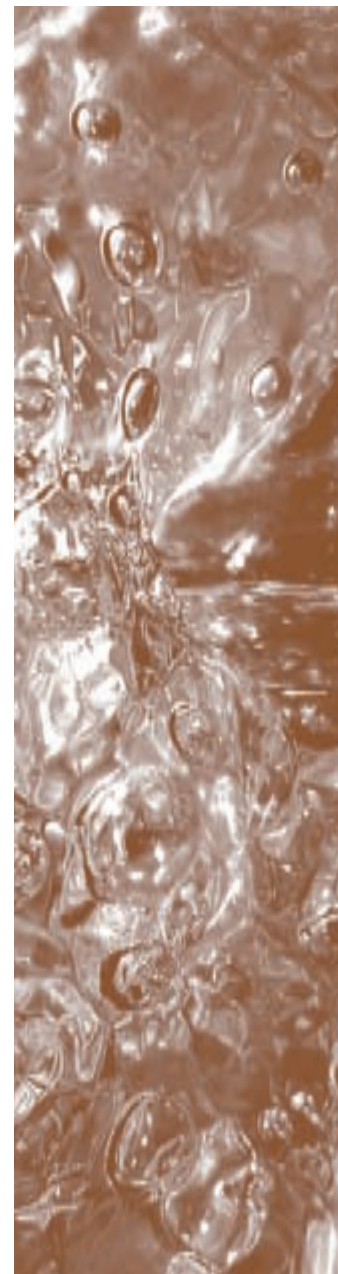
En la ciudad de México, del 25 al 27 de julio se llevó a cabo este seminario con el propósito de buscar mejores esquemas para satisfacer las respectivas necesidades por parte de las distintas poblaciones del orbe. Participaron, entre otros, expertos de México, Chile, Colombia, Estado Unidos, España y Francia.


El IMTA fue uno de los organizadores, junto con la Semarnat, la Conagua, la Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe de la Organización de las Naciones Unidas.

Trabajos de aforo en El Tapón del río Grijalva

Debido a la contingencia presentada en Tabasco, a raíz del deslizamiento de tierras sobre el cauce del río Grijalva, se formó una represa natural llamada El Tapón. Se hicieron trabajos de movimientos de tierra y excavación para liberar el cauce del río; sin embargo, por la enorme cantidad de material a remover y el nivel del río aguas arriba fue necesario hacer una sección al centro para el tránsito del gasto, misma que por efecto de la erosión del flujo se fuera agrandando.

La CFE colocó una brigada permanente para efectuar aforos tres veces al día. No obstante, la CFE pidió apoyo al IMTA para también realizar aforos como medida de verificación.





Recursos al
servicio de la
investigación

Infraestructura

Ubicado sobre una superficie de veinte hectáreas en el municipio de Jiutepec, Morelos, el IMTA cuenta con 23,000 m² de instalaciones. Su moderna infraestructura incluye 14 laboratorios especializados, un centro de capacitación y un área de educación ambiental. Cuenta además con el Centro de Consulta del Agua, punto de referencia obligado para la obtención de información técnica relacionada con el recurso. Dentro del área que ocupa el Instituto se encuentra también el Campus Morelos del Posgrado en Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.



Laboratorio de hidráulica Enzo Levi

Presta los servicios de experimentación en hidráulica básica, modelos físicos a escala reducida, desarrollo y prueba de dispositivos hidráulicos de medición y control, y evaluación de dispositivos hidráulicos comerciales. Además apoya la experimentación para investigación, diseño, revisión, evaluación y aprendizaje de la hidráulica.



Laboratorio de calidad e hidráulica industrial

Presta los servicios de evaluación de medidores de agua y dispositivos domésticos a fabricantes, comercializadores y distribuidores, así como a organismos operadores, con fines de certificación de sus productos. Cuenta con la acreditación, desde 1994 hasta la fecha, de la EMA para las diez pruebas indicadas en el documento No. MM-101-017/04, siendo el único laboratorio acreditado en el país para la evaluación de medidores de agua.





Laboratorio de calidad del agua

Este laboratorio está acreditado por la EMA para las 38 pruebas indicadas en el documento de acreditación No. AG-177-032/04 y, desde 1996, fue aprobado por la Conagua para análisis y muestreo de agua. En él se elaboran análisis de agua, sedimento, suelo, tejidos vegetales y otras matrices ambientales para más de doscientos parámetros químicos, orgánicos, de metales y microbiológicos. A petición del cliente, se desarrollan, adaptan e implementan metodologías analíticas para compuestos o matrices ambientales específicas. Por los resultados obtenidos en pruebas entre diversos laboratorios, está catalogado como laboratorio clase I por la Organización de Energía Atómica.

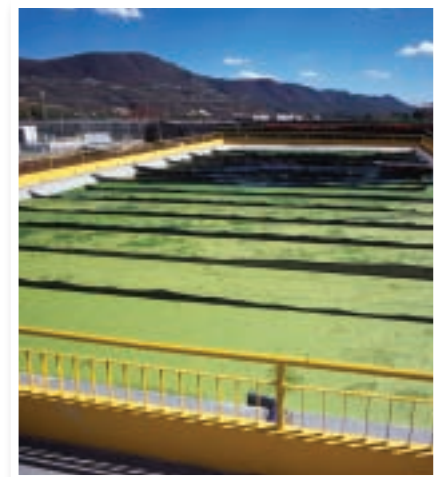


Laboratorio para tratamiento de aguas residuales industriales

Permite identificar los principales contaminantes presentes en las aguas residuales industriales mediante su caracterización fisicoquímica y biológica y su potencial de biodegradación, mediante pruebas de tratabilidad a nivel laboratorio y su correspondiente escalamiento a nivel planta piloto. Su infraestructura permite realizar trabajos de investigación aplicada y desarrollo de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales de tipo industrial, y ofrecer servicios tecnológicos para determinar la tratabilidad del agua residual problema o comparar diferentes alternativas de tratamiento para un mismo efluente, logrando una calidad de agua tratada para cumplir con estándares de descarga, reúsos específicos y reciclamiento.

Laboratorio de tratamiento de aguas residuales municipales

El laboratorio de tratamiento de aguas residuales municipales y la planta de tratamiento cuentan con una infraestructura de alto nivel para realizar investigación y desarrollo de tecnología para la remoción de materia orgánica, nutrientes y microorganismos patógenos, así como para el reúso de efluentes en agricultura y acuicultura. El laboratorio proporciona servicios tecnológicos para la caracterización y verificación de descargas, y el diagnóstico y la validación de plantas de tratamiento tipo paquete y centralizadas.



Laboratorio de riego y drenaje

Este laboratorio se integra con las áreas de física de suelos, química de suelos y modelos físicos, y tiene montadas 35 técnicas de análisis de suelo y agua para fines agrícolas.



Laboratorio de potabilización

Cuenta con la tecnología para obtener, preservar y conservar muestras procedentes de plantas potabilizadoras y fuentes de abastecimiento de agua para uso y consumo humano, realizar investigación, simular procesos de potabilización, evaluar plantas potabilizadoras y procesos de desinfección, y medir parámetros de campo y laboratorio relacionados con los procesos de potabilización del agua.



Laboratorio de calibración de sensores meteorológicos

Tiene como objetivo apoyar la obtención de mediciones atmosféricas confiables, referenciándolas a instrumentos patrón con trazabilidad. Se calibran sensores de estaciones meteorológicas automáticas o sensores electrónicos de operación independiente para validar la calidad y confiabilidad de sus mediciones. Cada sistema de calibración tiene un instrumento patrón de referencia con trazabilidad hacia los instrumentos patrón del Centro Nacional de Metrología.





Centro de cómputo

Supervisa los servicios para mantenimiento y operación del parque informático y administra la red instalada en las oficinas, laboratorios, centro de capacitación, Campus Morelos del Posgrado en Ingeniería de la UNAM, y planta de tratamiento. Proporciona recursos y servicios de cómputo para apoyar las actividades de investigación y desarrollo tecnológico. Además, desarrolla, adapta y transfiere nuevas tecnologías informáticas para la capacitación y sistemas de información para el sector hidráulico nacional.



Laboratorio de hidrobiología

Cuenta con equipo especializado para la detección de compuestos mutagénicos, genotóxicos y toxicidad presente en muestras ambientales (agua, descargas industriales y municipales, sedimento, tejido, materiales, etc.), así como para la identificación de indicadores biológicos de contaminación, control de malezas acuáticas, determinación de clorofilas, materia orgánica en sedimentos y granulometría.



Laboratorio de hidrología isotópica

Desarrolla metodologías para la aplicación de los isótopos estables y radiactivos existentes en el medio ambiente, tanto de origen natural como artificial, así como de trazadores químicos, fluorescentes y radiactivos adicionados artificialmente para caracterizar y simular el comportamiento de los sistemas hidrológicos. Asimismo, realiza modelos físicos reducidos para la simulación de la fenomenología del medio subterráneo y desarrolla instrumentación de registro digital para el monitoreo de la calidad fisicoquímica de las aguas subterráneas.

Laboratorio de hidrogeoquímica

Ofrece servicios para estimar y evaluar riesgos ambientales y elaborar conceptos de saneamiento de agua, sedimentos



y suelos contaminados.

Laboratorio de comunicación

Desarrolla métodos y herramientas de comunicación para apoyar procesos de transferencia de tecnología y procesos de capacitación; se encarga de la difusión de proyectos asociados con el agua.



Laboratorio de mecánica de suelos

Realiza caracterizaciones de suelos desde el punto de vista geotécnico para satisfacer las necesidades que sobre el tema tiene el sector agua del país.



Campus Morelos del Posgrado en Ingeniería de la UNAM

La creación, en las inmediaciones del IMTA, del Campus Morelos del Posgrado en Ingeniería de la UNAM, es parte del convenio de colaboración establecido por ambas instituciones para vincular la academia con los procesos de desarrollo tecnológico.



Centro de capacitación

El centro de capacitación que opera dentro de las instalaciones del IMTA en Jiutepec, Morelos, fue diseñado con el fin de brindar las condiciones adecuadas para que el proceso de enseñanza-aprendizaje se realice en un ambiente de inmersión total.





Centro de Consulta del Agua

Es un centro de información científica y tecnológica relacionada con el agua en el que, además de los servicios bibliotecarios de consulta, asesoría, préstamo y fotocopiado que se ofrecen al público en general, se prestan servicios especializados de información, búsquedas bibliográficas internacionales y servicios electrónicos de información. Algunos de estos servicios pueden ser consultados en forma gratuita en el sitio web del Centro.



Área de educación ambiental

Es un lugar destinado a la impartición de cursos y talleres de educación ambiental, con énfasis en el recurso agua, a educadores formales y no formales, así como a niños y jóvenes.

Administración

Recursos financieros

El presupuesto del Instituto durante 2007 se compuso de los rubros indicados en la tabla siguiente:

Conceptos		Importes (miles de pesos)
Presupuesto autorizado original		335,710
	Transferencias del gobierno federal	202,148
Ingresos propios		133,562
Incrementos		112,737
	Disponibilidad inicial	55,107
	Servicios personales	7,380
	Ampliación recursos fiscales	50,250
Reducciones		2,349
	Programa de ahorro	425
	Reintegros a Tesofe	1,924
Presupuesto autorizado modificado		446,098

Desarrollo humano

El nivel académico del personal del IMTA con posgrado se detalla en la tabla siguiente:

Grados	Número
Maestría	145
Doctorado	55
Total	200

Recursos materiales

Durante 2007 se adquirieron bienes de consumo e instrumentales por un monto de 35.84 millones de pesos y se adjudicaron 52 contratos con un importe de 56.71 millones de pesos.

El ejercicio del presupuesto se detalla en la tabla siguiente:

Conceptos		Importes (miles de pesos)
Servicios personales		174,555
Materiales y suministros		15,601
Servicios generales		176,078
	Gasto corriente	366,234
Bienes muebles		29,432
Obra pública		999
	Gasto de capital	30,431
	Presupuesto ejercido	396,665
	Disponibilidad final	49,433

Treinta especialistas en hidráulica del IMTA pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores: tres son candidatos a investigador, veinticuatro investigadores Nivel I y tres Nivel II. Asimismo, cinco especialistas en hidráulica pertenecen a la Academia Mexicana de Ciencias y diecisiete a la Academia de Ingeniería.

Como resultado de la auditoría de recertificación hecha al Sistema de Gestión de la Calidad del IMTA en el mes de junio de 2007, el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación renovó el certificado obtenido por el IMTA en el año 2003, por haber implementado y mantenido un sistema de gestión de la calidad de conformidad con las normas ISO-9001:2000/NMX-CC-9001-IMNC-2000, cuyo alcance abarca los principales procesos sustantivos, demostrando con ello que el Instituto proporciona servicios que cumplen con los requisitos y expectativas de sus clientes a través de la mejora continua.





Siglas y acrónimos

Bandas	Banco Nacional de Aguas Superficiales.	JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón.
CDI	Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.	NTCL	Normas técnicas de competencia laboral.
CEAMA	Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente.	Pemex	Petróleos Mexicanos.
CFE	Comisión Federal de Electricidad.	REA	Reliability Ensemble Averaging.
CIRA	Centro Interamericano de Recursos del Agua.	SDT	Sólidos disueltos totales.
Colpos	Colegio de Postgraduados.	Semarnat	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
Conacyt	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.	SEP	Secretaría de Educación Pública.
Conagua	Comisión Nacional del Agua.	SIG	Sistema de Información Geográfica.
EMA	Entidad Mexicana de Acreditación, A.C.	SODIS	Solar disinfection.
IMT	Instituto Mexicano del Transporte.	Tesofe	Tesorería de la Federación.
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.	UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia, la Educación y la Cultura.
INE	Instituto Nacional de Ecología	WEAP	Water Evaluation and Planning System.
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático		



Conocimiento y tecnología para la gestión sustentable del agua.
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Informe 2007, se
terminó de imprimir el mes de marzo de 2008 en los talleres
de Grupo Comercial e Impresos Cóndor, S.A. de C.V., Norte 178,
Núm. 558, Col. Pensador Mexicano, C.P. 15510, México, DF. La
edición consta de quinientos ejemplares.

Integración de información: Coordinación de Asesores • Coordinación editorial: Coordinación de Comunicación, Participación e Información • Cuidado de edición: Antonio Requejo del Blanco
• Diseño de portada: Gema Alín Martínez Ocampo • Diseño de interiores y diagramación: Gema Alín Martínez Ocampo y Óscar Alonso Barrón.



www.imta.gob.mx