

## **5.1. INFORME DE RESULTADOS**

# **CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA PARA LA GESTIÓN SUSTENTABLE DEL AGUA**

**Instituto Mexicano de Tecnología del Agua**

**Informe 2009**

# ÍNDICE

## PRESENTACIÓN

Mensaje del Director General	
El IMTA en México	4
El IMTA en síntesis	5

## RESULTADOS RELEVANTES 10

Investigación, desarrollo tecnológico e innovación	10
Asesoría y servicios tecnológicos	28
Formación de recursos humanos	77
Promoción y difusión del conocimiento	85
Reconocimientos y algunos hechos importantes	93

## RECURSOS AL SERVICIO DE LA INVESTIGACIÓN 99

Infraestructura	99
Administración	102

## CATÁLOGO DE PROYECTOS DESARROLLADOS EN 2009 103

# PRESENTACIÓN

## Mensaje del Director General

Durante 2009 el mundo confrontó una severa crisis económica global que, de manera lógica, afectó también a la economía mexicana e implicó algunas repercusiones en el sector agua y en la administración pública. El Instituto, gracias al esfuerzo de su personal y con el apoyo de las autoridades de nuestra coordinadora de sector, en particular del Secretario Juan Rafael Elvira Quesada, pudo sortear este ambiente de obstáculos e incertidumbres adaptándose a los cambios y proponiendo soluciones creativas e innovadoras.

Así, a pesar del contexto adverso, el IMTA logró superar la mayoría de las metas que le asignó su Junta de Gobierno en los indicadores de gestión. El presente informe da cuenta de estos resultados.

En el camino para convertirnos en una institución líder y de clase mundial que propicie la transformación del sector hídrico e impulse la gestión sustentable del recurso agua en el país, destacan avances significativos; entre ellos: el fortalecimiento de la investigación e innovación, manifestado en el incremento en la publicación de libros, artículos científicos y desarrollo de patentes; el enérgico dinamismo observado en la prestación de servicios tecnológicos y estudios de investigación e innovación, que contribuye a la modernización tecnológica del sector; una mayor participación en proyectos y acciones de cooperación técnica internacional, así como el incremento del interés del público y usuarios motivado por una mayor difusión y disseminación de resultados del Instituto.

El proceso de transformación del IMTA, iniciado hace tres años, registró un significativo avance que se refleja en el reconocimiento que nuestra institución recibió como Centro Público de Investigación, publicado en el *Diario Oficial de la Federación* el 16 de diciembre de 2009, que sin duda favorecerá de manera importante la transferencia de la tecnología desarrollada en el Instituto hacia los sectores social y productivo, y el desarrollo de capacidades para la investigación en innovación. Instrumentar dichos cambios será uno de los mayores retos a abordar durante 2010.

Sirva este informe como medio para patentizar nuestro reconocimiento a los trabajadores del IMTA y agradecimiento a las instituciones, organizaciones, empresas y personas que han depositado su confianza y laborado con nosotros durante 2009.

Mediante la formación de recursos humanos, la generación de tecnología e innovación y la disseminación de conocimiento, reafirmamos nuestro compromiso y colaboración para atender las prioridades de la gestión sustentable del agua en México.

# El IMTA en México

## Incidencia del IMTA en la República Mexicana

### Acciones por estado

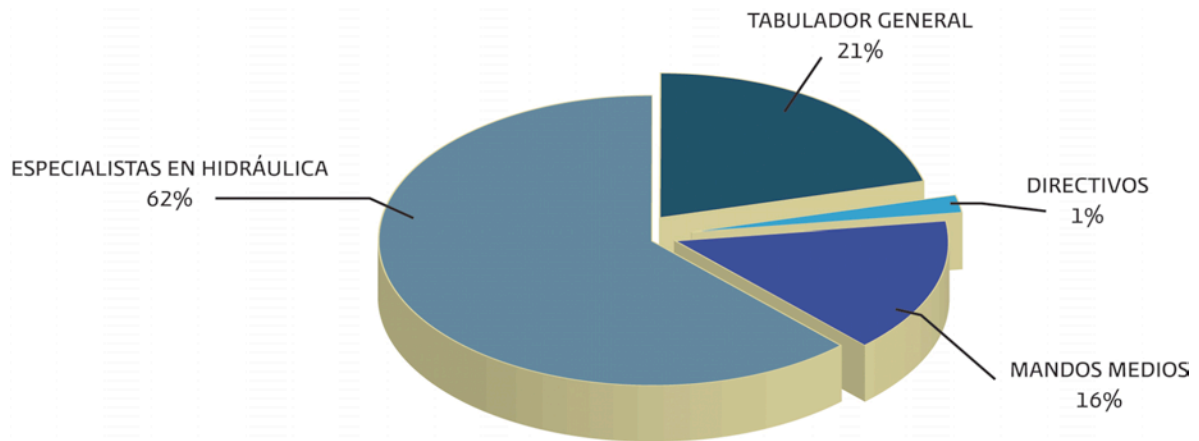


# IMTA 2009 EN SÍNTESIS

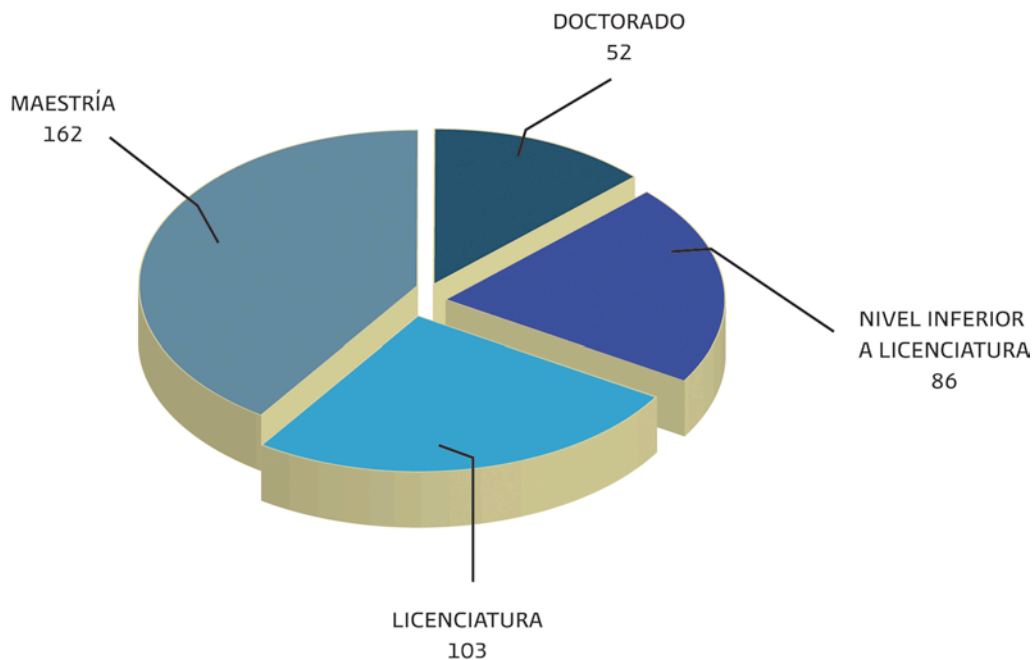
## Potencial humano

Número de personas: 403 plazas

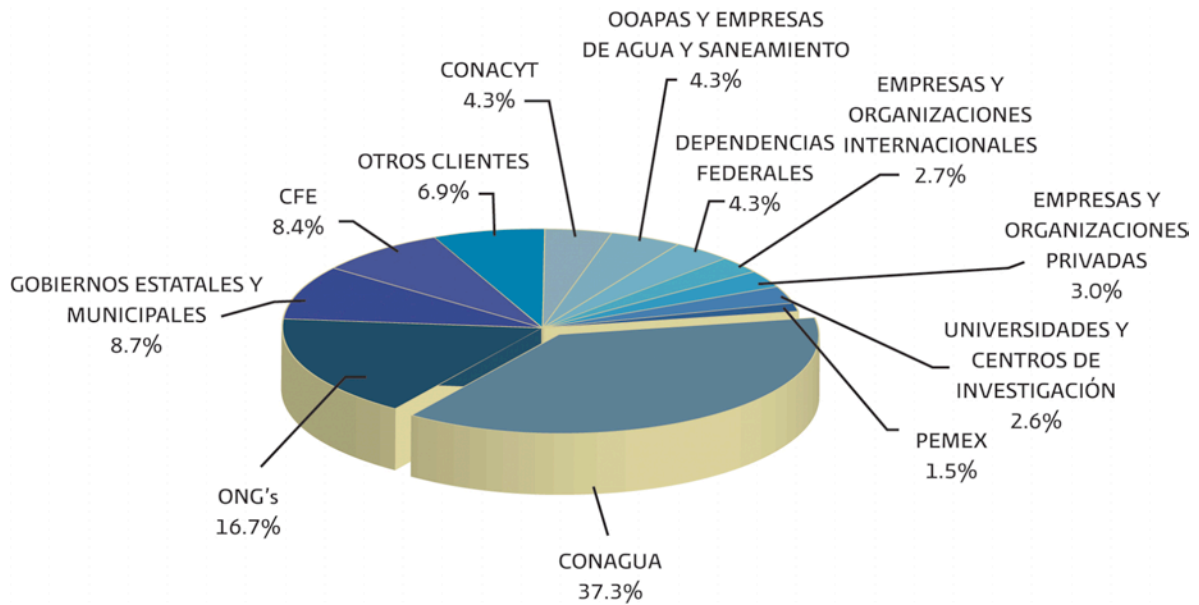
### Personal por nivel de puesto



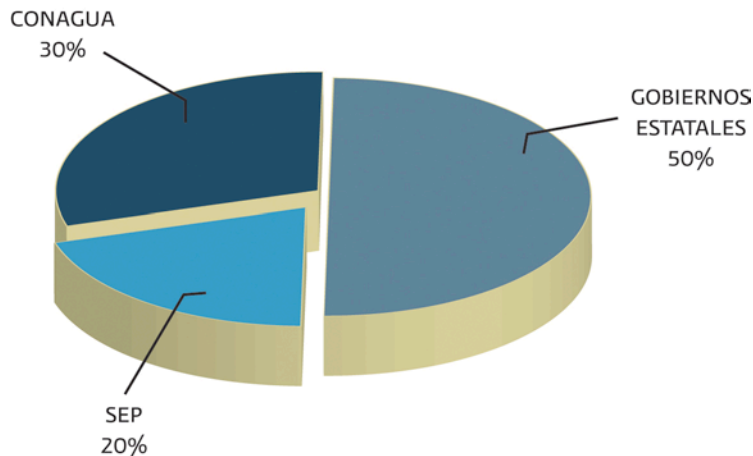
### Personal por grado académico



### Instituciones con las que colabora el IMTA

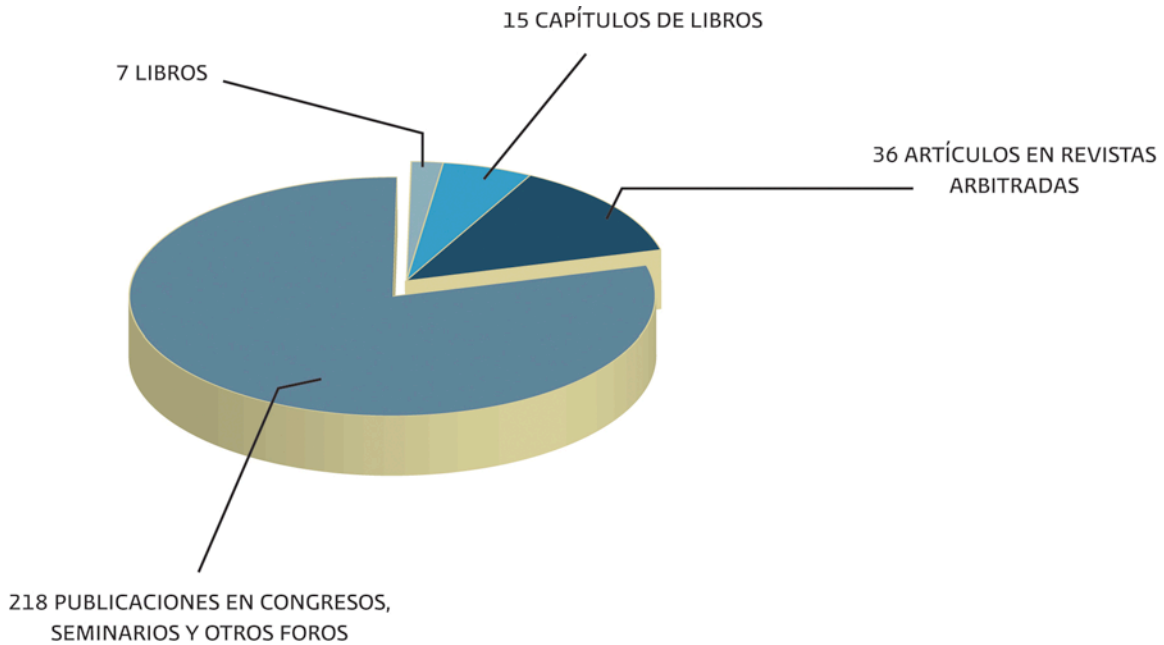


### Investigación con fondos CONACYT



# Producción

## Publicaciones científicas del IMTA



## Libros editados

<i>Recursos hídricos en la frontera norte.</i>
<i>La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectivas. Volumen II.</i>
<i>Cultura hidráulica y simbolismo mesoamericano del agua en el México prehispánico.</i>
<i>I Seminario Internacional de Detección de Necesidades Tecnológicas sobre Tratamiento de Aguas Residuales para Diez Países de Latinoamérica.</i>
<i>Guía para la construcción de consensos en la gestión integrada del agua.</i>
<i>¡Encaucemos el Agua! Currículum y guía de actividades para maestros. 2ª edición.</i>
<i>Memoria ilustrada del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro. Avances 2003-2008.</i>

## PATENTES

### Relación de patentes

Núm.	Nombre	Estatus
1	Mejoras en tanque para depósito de agua de sanitarios	Título 188757
2	Banco universal de pruebas para dispositivos domésticos utilizadores de agua y similares	Título 202202
3	Dispositivo para aereación y circulación de lagos y embalses y método de operación	Título 273455
4	Remoción de hierro y manganeso por adsorción-oxidación sobre zeolita natural. Método para formar el medio de contacto y regenerar su capacidad de adsorción	Título 221687
5	Banco de pruebas de los elementos que conforman las tomas domiciliarias	Título 233877
6	Método para el tratamiento de lodos provenientes del tratamiento de agua, recuperación de coagulante y disposición 50% IMTA/SILICATOS	Título 227928
7	Válvula con cámara de amortiguamiento paralelas para la separación y expulsión de aire en la toma de agua domiciliaria	Título 237185
8	Sistema de floculación con aire	Título 250205
9	Estructura para disipación de energía y aereación de corrientes	Examen de fondo
10	Mezcla cruda para la producción de Clinker de cemento tipo Portland resistente a la corrosión microbiológica	Examen de fondo
11	Proceso para la determinación continua de CO <sub>2</sub>	Examen de fondo
12	Concentrador solar de paredes planas para la desinfección del agua para consumo humano	Examen de fondo
13	Limitador de gasto para redes de riego a presión	Examen de fondo
14	Mejoras a la descarga de agua del tanque de inodoro para uso doméstico a través de un sifón flexible flotante parcialmente auto-operante	Examen de fondo
15	Banco de pruebas para válvulas de hidráulica de compuerta y mariposa 2" hasta 12"	Examen de fondo
16	Formulación de micoherbicida para el control del lirio acuático	Examen de fondo
17	Remoción de arsénico por electrocoagulación utilizando un reactor a flujo a flujo pistón tren complementario de tratamiento conformado por floculación mejorada sedimentación y filtración	Examen de fondo
18	Tratamiento de lixiviados de solución nutritiva y su reúso en cultivo de hidroponía	Examen de fondo
19	Orientador de flujo en vertederos de abanico	Examen de fondo
20	Sistema combinado de biofiltración-humedal para el tratamiento de aguas residuales de viviendas unifamiliares	Examen de fondo
21	Método para producir un medio filtrante orgánico activado con basidiomicetos y métodos para su uso en biofiltros para remover moléculas recalcitrantes, color y reducir toxicidad en aguas residuales	Examen de forma
22	Proceso de tratamiento biológico aerobio de aguas	Examen de forma

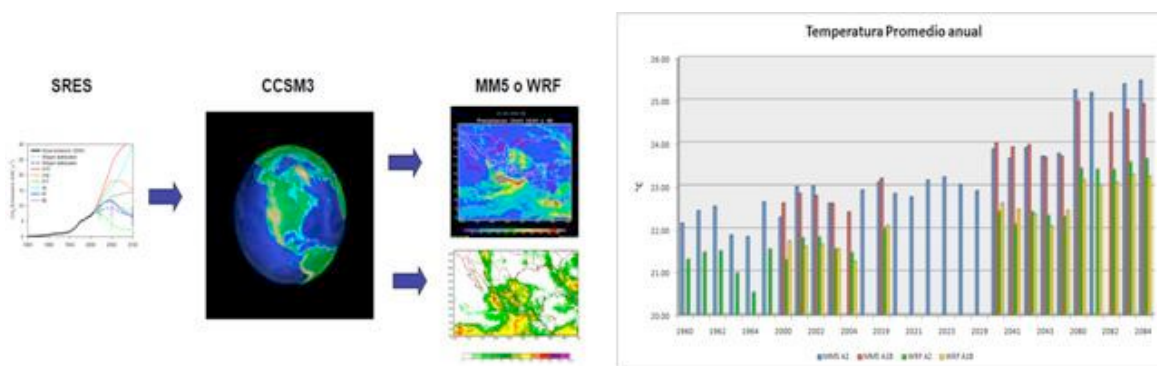
	residuales mediante biocinta sumergida e instalación para su realización (BIOSTAR 1)	
23	Soporte universal de válvulas para el llenado de albercas y los procesos de montaje del soporte universal de válvulas para el llenado de albercas	Examen de forma
24	Barredora portátil para albercas por impulsión y procesos de barrido de albercas por impulsión hidráulica	Examen de forma
25	Modificación a la tecnología de filtración en múltiples etapas para reúso de agua en la acuicultura, con descarga cero	Examen de forma

## RESULTADOS RELEVANTES

### INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN

- *Regionalización dinámica de escenarios de cambio climático en México*

A solicitud de la CONAGUA a través del Servicio Meteorológico Nacional, el IMTA simuló los escenarios de cambio climático A2, conocido también como mundo fragmentado, y A1B, de balance entre combustibles fósiles y otras fuentes de energía. Para ello, se utilizó la técnica de reducción de escala dinámica, empleando los modelos regionales MM5 e Investigación y Pronóstico del Estado del Tiempo (WRF, por sus siglas en inglés). Con la información que se desprende de este trabajo se evaluarán los impactos del cambio climático sobre el medio ambiente en nuestro país para estos dos escenarios propuestos por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés). Mediante su corrida de control, se indicarán extremos en la precipitación, la temperatura, la presión atmosférica y el viento durante periodos seleccionados del siglo XXI. Así, se contará con una estimación del comportamiento de los principales fenómenos meteorológicos que afectan al país, como son el paso de frentes fríos y nortes, modificaciones en la cantidad de lluvia o la determinación de cambios en la frecuencia e intensidad de sequías o periodos húmedos. Con esta información se apoyará la toma de decisiones, a mediano y largo plazos, en cuanto al manejo de los recursos hídricos y la planeación de obras hidráulicas en México. Esta herramienta es única en el país.

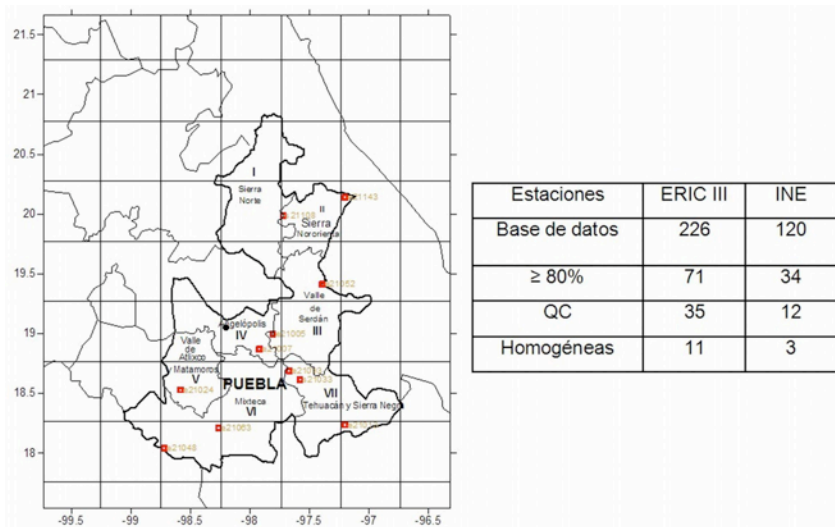


Promedio anual de la temperatura superficial para los años simulados con la técnica de reducción de escala dinámica durante los siglos XX y XXI con las duplas CCSM3-MM5 y CCSM3-WRF (escenarios A2 y A1B).

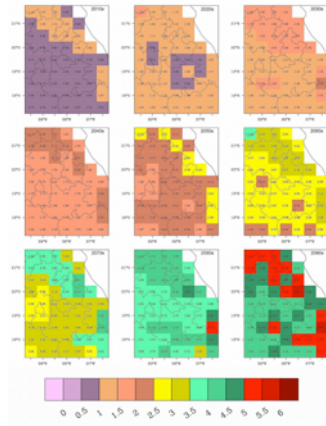
- **Análisis climatológico**

Se realizó el análisis de calidad y homogeneización de las bases de datos climatológicos para el estado de Puebla y se calcularon los índices climatológicos con la información proveniente de las estaciones que cumplieron con las condiciones establecidas.

Por otra parte se obtuvieron escenarios climáticos regionalizados para el siglo XXI (2010 a 2098) de la precipitación y la temperatura en superficie (media, máxima y mínima) utilizando una técnica desarrollada en el IMTA, basada en el método *Reliability Ensemble Averaging* (REA). Finalmente se presentó una comparación entre las tendencias históricas de temperaturas máxima y mínima —obtenidas después del proceso de calidad de datos y de la homogeneización en las estaciones climáticas— y las esperadas para la región en cuestión, bajo el escenario SRES-A2 (escenario de emisiones alto) en el período 2010-2039. La información generada en este proyecto será utilizada por diversos sectores para conformar el Plan Estatal de Atención al Cambio Climático en esta entidad.



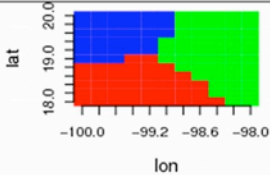
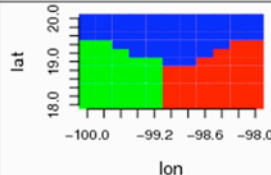
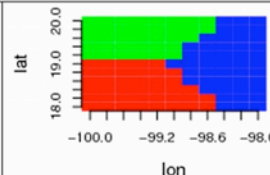
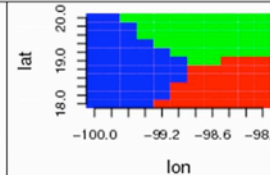
Estaciones climatológicas homogéneas obtenidas para el estado de Puebla después de realizar el filtrado (tener, al menos, 80% de la información) y el análisis de control de calidad de datos de la información climatológica disponible.



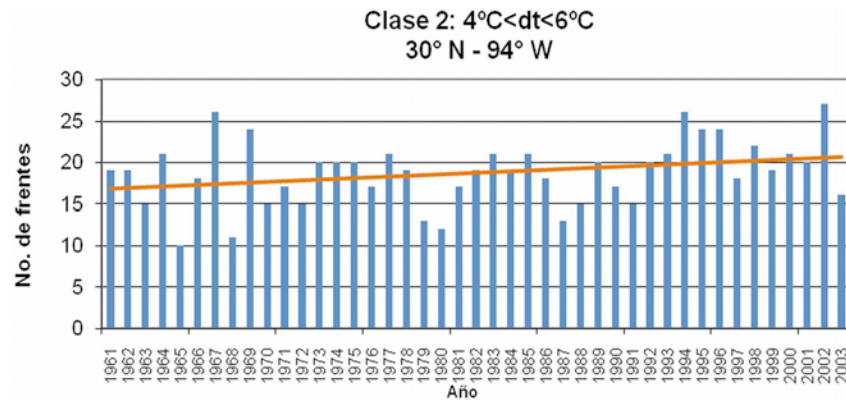
Proyecciones de anomalías de temperatura media en superficie (°C) en las inmediaciones del estado de Puebla para el escenario A2 durante el siglo XXI utilizando la técnica estadística REA.

- **Tendencias climáticas de fenómenos hidrometeorológicos extremos en México durante los últimos cuarenta años**

Este proyecto multianual CONACYT/IMTA estudia las tendencias climáticas de fenómenos como: tormentas (utilizando *cluster analysis*), frentes fríos (aplicando análisis de Fourier-onduletas para su detección y análisis), ondas de calor y frío, y caudales. Como parte de este proyecto se generará una base de datos sobre la probabilidad de ocurrencia de los fenómenos hidrometeorológicos extremos antes descritos. La información generada servirá para que los diversos sectores productivos del país adopten las medidas convenientes para enfrentarlos. La sencilla operación de la base de datos permitirá que los actores clave puedan utilizarla sin ser especialistas en la materia.

Periodo				
	lon	lon	lon	lon
1961-1980	1	2	3	3
1981-2000	5	4	1	1
1961-2000	6	6	4	4

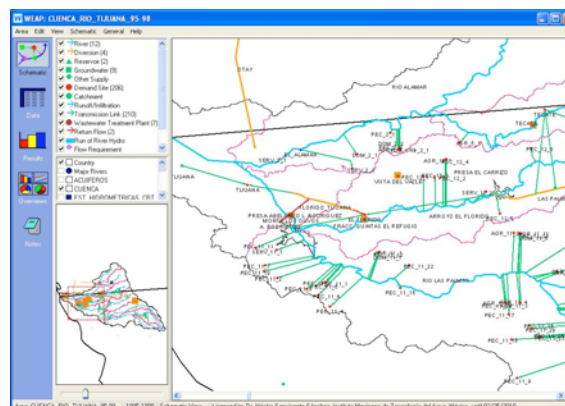
Cambios en el patrón de tendencias de precipitación en enero (1961-2000): tormentas de intensidad baja (zonas en rojo), media (verde) y alta (azul) en la zona centro (18 a 20° N y 98 a 100° W), utilizando *cluster analysis*.



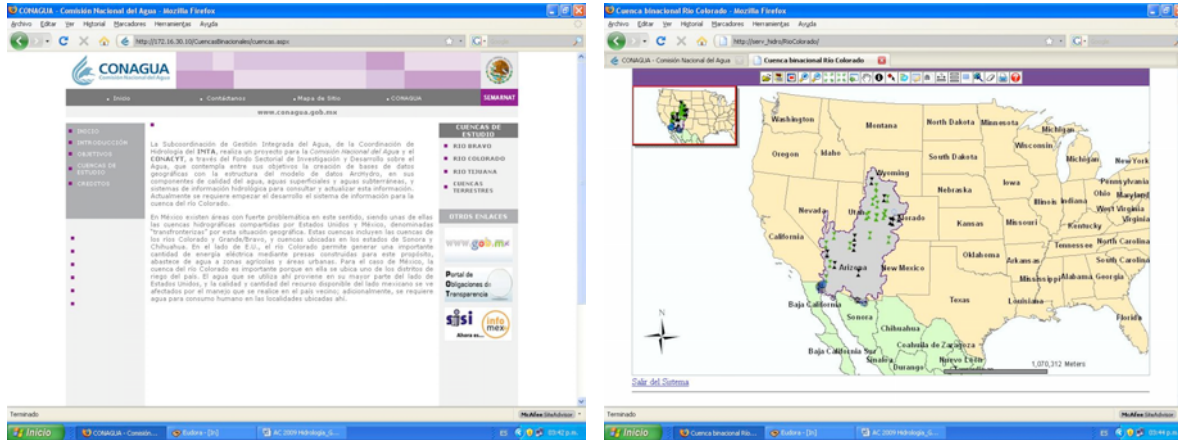
Número de frentes fríos anualizado para la región I ( $30^{\circ}\text{ N}$  y  $94^{\circ}\text{ W}$ ). Clase 2 significa que provocó una variación de temperatura entre  $4^{\circ}\text{ C}$  y  $6^{\circ}\text{ C}$ . Para la detección de frentes fríos (cambio de viento y temperatura) se utilizó análisis de Fourier (onduletas).

- **Análisis y modelación hidrológica de calidad del agua y gestión en la región fronteriza México-Estados Unidos**

Entre los principales resultados de este proyecto CONACYT obtenidos durante el presente año destacan la generación de bases de datos geospaciales de aguas superficiales y subterráneas y calidad del agua de las cuencas de los ríos Colorado y Tijuana y otras cuencas transfronterizas; el desarrollo de modelos de gestión de cantidad del agua mediante el Sistema de Evaluación y Planeación Hídrica (WEAP, por sus siglas en inglés) para las mismas cuencas; la impartición a personal de la CONAGUA de un curso sobre el modelo de datos *ArcHydro* de calidad del agua superficial y la implementación de sistemas de información hidrológica en línea; el desarrollo de un sitio web y aplicaciones para consulta de las bases de datos de las cuencas transfronterizas mencionadas, utilizando el *software ArcIMS*. Esta información es fundamental para gestión y negociaciones en cuencas transfronterizas.



Modelo de gestión de la cuenca del río Tijuana: ubicación de usuarios del agua, presas y acueductos.



Sitio web para consulta de información del proyecto y aplicación para consulta de datos de aguas superficiales y subterráneas y calidad del agua de las cuencas transfronterizas.

- **Control biológico del carrizo gigante en México**

El uso de agentes de control biológico en México es una alternativa a la aplicación de herbicidas. El IMTA y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA, por sus siglas en inglés) continuaron sus trabajos de colaboración sobre el tema con el proyecto *Evaluación del impacto del carrizo gigante (Arundo donax) en México y evaluación de posibles agentes de control*. Los resultados obtenidos a la fecha incluyen la puesta en marcha de la unidad de cría masiva de dos agentes de control biológico: una avispa (*Tetramesa romana*) y una escama (*Rhizaspidotus donacis*) y la liberación de estos agentes en el río Bravo, contando con anuencia de la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA), la SAGARPA y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.



Laboratorio para la cría masiva de agentes de control biológico.



Miembros de las delegaciones de México y EUA durante la liberación de la especie *Tetramesa romana* en el puente Colombia, Nuevo León.



Reunión CILA-IMTA-USDA-SAGARPA-SEMARNAT en las instalaciones de la CILA en Nuevo Laredo, México.

- ***Metodología para estudios de toxicidad en peces***

En el marco del proyecto interno *Implementación y validación de la prueba de toxicidad aguda con peces y desarrollo de la metodología preliminar para observar el daño genético en los peces, a través de la reacción en cadena de las polimerasas (PCR), así como implementación de metodologías por cromatografía de gases para compuestos orgánicos y disruptores endócrinos* se obtuvo como resultado la implementación y posterior documentación de la prueba de toxicidad con el pez cebra (*Danio rerio*), cubriendo ,de esta manera, el nivel trófico que corresponde a mamíferos. Esta prueba permite determinar la toxicidad aguda en muestras ambientales de agua, sedimentos y otros compuestos, así como en descargas industriales.



Dimorfismo sexual de *Danio rerio* (parte superior: espécimen macho, parte inferior: espécimen hembra).

- ***Tratamiento de aguas residuales para pequeñas comunidades***

En 2008 se firmó el convenio de colaboración entre el IMTA y la UNAM a través del Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias (CRIM) para realizar el *Estudio de tres diferentes sistemas descentralizados de tratamiento de aguas residuales para pequeñas comunidades*. De esta manera, se ha trabajado en una modificación de la tecnología, desarrollada por el IMTA en 2007, que acopla el sistema de humedal con un biofiltro empacado con material orgánico. Se analizaron un humedal construido de flujo vertical subsuperficial y nuevos materiales orgánicos para el empaque de los biofiltros: chuspata, conífera, teca y chicozapote. Durante 2009 se probó esta modificación operando con dos diferentes cargas orgánicas. Los mejores resultados se obtuvieron con el empaque de chicozapote. El agua residual así tratada cumple con las normas NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997.



Acoplamiento del humedal con el biofiltro.

- **Tratamiento de efluentes de granjas porcícolas**

En seguimiento al acuerdo de cooperación internacional por cuatro años, firmado en 2009 por el IMTA y el Centro de Investigación Industrial de Quebec (CRIQ), Canadá, se desarrolló en Jojutla, Morelos, el *Sistema de tratamiento anaerobio para la reducción de carga orgánica alta y acoplamiento con un sistema de pulimento para la reducción de nutrientes con agua residual de una granja porcícola de tipo de engorda*. Este sistema opera con base en la separación de sólidos, el tratamiento anaerobio y la filtración sobre material orgánico. Las eficiencias de remoción se midieron en cada etapa del proceso. De esta manera, el sistema de separación sólido/líquido (cribado) reduce en un 45% los sólidos suspendidos totales, el sistema anaerobio disminuye la demanda química de oxígeno (DQO) en un 60%. En cuanto al proceso de filtración sobre materiales orgánicos, la reducción de la DQO es del 81.7% y la del nitrógeno amoniacal del 91%. La eficiencia de remoción global del sistema completo es de 93%. Por otra parte, se depositaron ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial tres registros de patente relacionados con el desarrollo de este proyecto.



Agua residual cruda proveniente de una granja porcícola en Morelos.

- **Remoción de arsénico**

En la Comarca Lagunera, aproximadamente el 30% de las fuentes de suministro público urbano presentan concentraciones de arsénico superiores a los 25  $\mu\text{g/L}$ . Previendo que se apruebe el proyecto de modificación a la norma NOM127-SSA1-1994 que propone que el límite máximo de este elemento disminuya a 10  $\mu\text{g/L}$ , y que, en consecuencia, el 90% de las fuentes de esta región quedara fuera de la norma, el Fondo Metropolitano de la Comarca Lagunera encomendó al IMTA la realización de un estudio comparativo de cinco tecnologías aptas para la remoción de arsénico: nanofiltración, coagulación-floculación convencional, electrocoagulación (con tecnología desarrollada en el IMTA), adsorción en medios específicos (sorb 33 o equivalente) y deionización capacitiva. Durante el desarrollo del proyecto se agregó otra tecnología: microfiltración asistida por coagulación en línea. Las pruebas de tratabilidad se llevaron a cabo en dos pozos de la zona afectada: uno en Torreón, Coahuila, y otro en Gómez Palacio, Durango.

Se analizaron las variables siguientes: consumo de reactivos y energía eléctrica, eficiencia de remoción de arsénico, posible remoción de otras sustancias, costo del desecho de residuos líquidos y sólidos, nivel de calificación de la mano de obra, y costo de inversión. Todas las tecnologías resultaron efectivas y produjeron agua con concentraciones inferiores a 0.01 miligramos por litro.

Desde la perspectiva del Valor Actual Neto Social, las tecnologías más económicas en orden descendente son: coagulación convencional, coagulación con microfiltración, electrocoagulación, nanofiltración y adsorción en dióxido de titanio. La deionización capacitiva, por su parte, es apta para volúmenes reducidos, como los que se manejan en la industria del agua embotellada, mas no para el suministro urbano. Los costos de operación oscilan entre 1.19 \$/m<sup>3</sup> para la microfiltración y 3.25 \$/m<sup>3</sup> para la adsorción. Sin embargo, existen otros factores a considerar para la instalación de las plantas, como la disponibilidad de espacio y el interés de los organismos operadores para asignar la cantidad de personal requerido para la operación de los sistemas tanto en número como en nivel de calificación.



Unidad de nanofiltración.

- ***Ahorro de agua mediante la eliminación de sílice en torres de enfriamiento***

Los procesos industriales, en especial los que se refieren a la generación de energía termoeléctrica y a la refinación de petróleo, demandan una gran cantidad de agua que es contaminada, principalmente por sílice, durante el proceso que se lleva a cabo en los sistemas de enfriamiento. Para atender esta situación El IMTA, con el apoyo del Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Energía (CFE-CONACYT), realizó el proyecto *Ahorro de agua mediante recuperación de purgas en torres de enfriamiento a través de la eliminación de microorganismos, sílice y otras especies*.

Para desarrollar este proyecto se empleó una planta piloto móvil diseñada y construida en el IMTA para evaluar la remoción de sílice en agua residual tratada en la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Lerdo, Durango,

así como en agua de recirculación utilizada en las torres de enfriamiento de la central termoeléctrica Guadalupe Victoria de la misma ciudad. Como resultado se determinó una remoción de sílice del 79% en agua residual tratada y del 25% en el agua de recirculación. De estos datos se desprende que es conveniente tratar el agua de repuesto ya que facilita la optimización del proceso, ahorra agua y abate costos, a la vez que brinda beneficios ecológicos y económicos para la industria.



Planta piloto acoplada a la torre de enfriamiento de la central termoeléctrica Guadalupe Victoria, Comisión Federal de Electricidad en Lerdo, Durango.

- ***Sistema de Información de Campo y Administrativa para Módulos de Riego (ICAM-Riego)***

Uno de los principales problemas que enfrentan las asociaciones de riego es la gestión técnica y administrativa, y en particular el cobro de la cuota por servicio de riego. Para mejorar su recaudación, el Distrito de Riego 005, Delicias, Chihuahua, solicitó al IMTA una metodología que permitiera establecer en tiempo real tanto el monto del servicio a cobrar como el pago del mismo. En respuesta a este requerimiento, el Instituto desarrolló el sistema *Información de campo y administrativa para módulos de riego* (ICAM-Riego), que tiene como base el Sistema de Pronóstico del Riego en Tiempo Real (SPRITER).

Esta tecnología utiliza en tiempo real la información de campo y administrativa, lo que mejora la operación y administración de los módulos de riego; incrementa la productividad del agua y su uso eficiente; fortalece la administración federal al contar con información oportuna obtenida de fuentes fidedignas; facilita el trabajo del personal, y promueve el conocimiento y el análisis de variables hidroagrícolas para la administración, conservación y operación del riego. Este sistema se aplicó con éxito en los distritos de riego 005 Delicias y 042 Buenaventura, Chihuahua, y 023 San Juan del Río, Querétaro, que en conjunto abarcan 110,000 hectáreas.



Aplicaciones del sistema ICAM-Riego.

- **Recarga inducida del acuífero en Valle de México**

En el proyecto *Conservación de agua y suelo en subcuencas del acuífero del valle de México*, contratado por la SEMARNAT, se propició la infiltración de los escurrimientos en los cauces del llamado “suelo de conservación” de la subcuenca del río Eslava, Delegación Magdalena Contreras. Para ello se realizaron las prácticas mecánicas siguientes: en laderas, 5,000 tinas ciegas, y en cauces, 64 obras transversales de diversos materiales en función de las características de cada sitio: 17 de geocostales, 17 de gaviones rellenos de piedra y treinta de gaviones rellenos de geocostales. El volumen total de obra construida fue de 3,570 m<sup>3</sup>. Cabe mencionar que los ríos Eslava y Magdalena constituyen los dos afluentes vivos con que cuenta el Distrito Federal, de ahí su importancia estratégica.

Para asegurar la infiltración de los escurrimientos, se construyó en el paramento aguas arriba un muro de gavión relleno de geocostales. Esta acción representa una adecuación en la construcción de las represas de gavión tradicionales, buscando con esto mayor cantidad de infiltración.

Los impactos estimados de estas actividades son la infiltración de 126 m<sup>3</sup> por obra al año, con lo que se espera incrementar en 8,064 m<sup>3</sup> el volumen del acuífero del Valle de México, y la generación de aproximadamente 10,700 jornales en beneficio de los ejidatarios de San Nicolás Totolapan. Este proyecto piloto puede extenderse a las regiones altas del Valle de México.



Represa de gavión con refuerzo de geocostales en la subcuenca del río Eslava, Distrito Federal.

- **Instrumentación de prácticas de conservación de microcuencas**

Se consolidaron las acciones de conservación de agua, suelo y bosque en la cuenca del lago de Pátzcuaro. Para ello se seleccionaron las microcuencas de Cerritos e Ichupio, con una superficie aproximada de 6,000 ha cada una. Los trabajos se concentraron en las laderas y los principales arroyos identificados como los de mayor producción de azolves que afectan la zona de riego de

Tzurumútaró, así como a las poblaciones de Ichupio y Tarerio, con una población aproximada de 1,500 habitantes.

En las laderas se reforestaron 500 ha, de las cuales 90 se prepararon a base de cinceleó, siguiendo curvas de nivel, y 410 se reforestaron en cepas tradicionales. La primera evaluación de supervivencia, al mes de realizadas las reforestaciones, arrojó un prendimiento superior al 97%, mismo que descenderá a cerca del 70% después de la época de sequía, cifra muy superior al 15% tradicional en la cuenca de Pátzcuaro. Asimismo se cavaron 5 km de zanjas de infiltración (tinajas ciegas), con una capacidad de captación promedio de 225 m<sup>3</sup> por hectárea; se plantaron 5 km de cercos vivos con especies maderables de ciprés; se construyeron represas de control de azolves a base de gaviones rellenos de piedra, represas de piedra acomodada y represas de geocostales con capacidades de 450, 250 y 300 m<sup>3</sup>, respectivamente, que se estima retendrán 3,000 m<sup>3</sup> de azolves que de otra manera se alojarían en el lago. Estas actividades generaron más de 3,000 jornales temporales para los productores de las dos microcuencas.



Trabajos conservacionistas en microcuencas del lago de Pátzcuaro.

- ***Metodología para cálculo de curvas elevación-área-capacidad (CEAC)***

Con el objetivo de validar esta metodología, que utiliza la tecnología geomática aplicada a estudios hidráulicos, se eligieron cuatro embalses, comprendidos dentro del Plan Hidráulico del Noroeste, que se modelaron tridimensionalmente con el fin de simular su capacidad de almacenamiento para diferentes niveles de elevación de la cortina. Uno de los resultados del empleo de esta metodología es que se puede saber el comportamiento de un embalse e inferir la disponibilidad de agua en diferentes periodos, sin tener que realizar costosos levantamientos topográficos. La información obtenida es de gran valor para el proceso de evaluación de gran visión y la realización de anteproyectos.

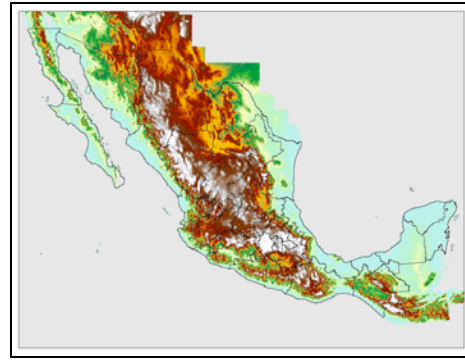
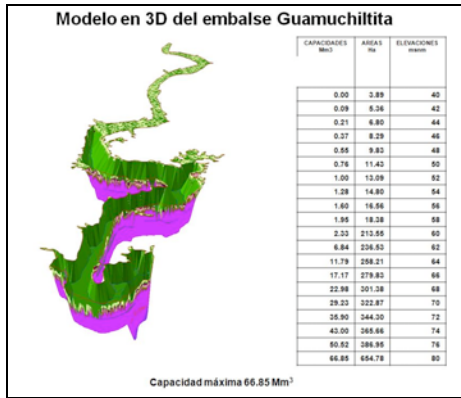
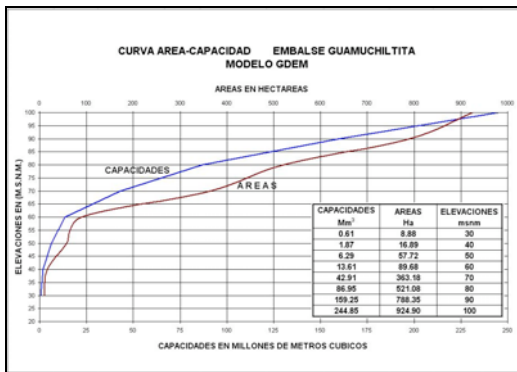


Ilustración de productos obtenidos para el proyecto Guamuchilita, Sinaloa.

Modelo digital del terreno desarrollado con imágenes ASTER, disponible en el IMTA.



• **Conflictos por el agua**

Como parte del proyecto *Diseño de un observatorio de conflictos como apoyo para gobernanza del agua* se continuó con la sistematización de 600 nuevos registros en la base de datos del Observatorio, así como con la modificación de 200 conflictos ya sistematizados. Por otra parte se elaboró el documento *Aproximaciones para un diagnóstico de la problemática del agua desde un enfoque de género en México* y se impartieron cuatro talleres a 126 participantes que incluyen este enfoque en relación con las políticas públicas.

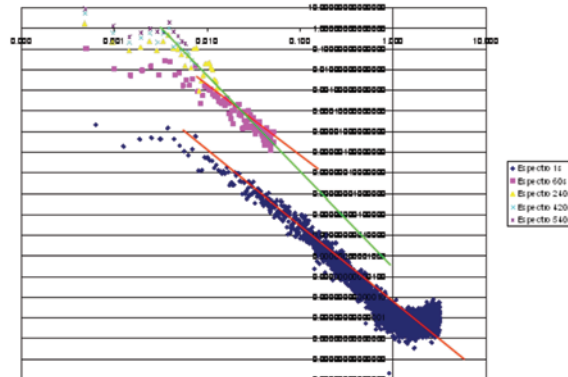


Talleres de análisis de la problemática del agua con enfoque de género.



intervalo de registro de un segundo. Este método se validó con mediciones en campo de consumo doméstico realizadas en una ciudad mexicana.

Las series de demanda de agua potable se ocupan en diferentes actividades relacionadas con el diseño y la operación de sistemas de distribución de agua, entre otras: modelación dinámica hidráulica y de calidad del agua en las redes (se alimenta con datos de la demanda y su variación en el tiempo), registros de telemetría, determinación de los coeficientes de variación diaria u horaria de la demanda en el análisis, y diseño de tanques de regulación.



Comparación de pendientes de los espectros obtenidos a partir de las señales *abuelas* y *madres* ensambladas.

- **Escenarios de desorción de metales por resuspensión de sedimentos**

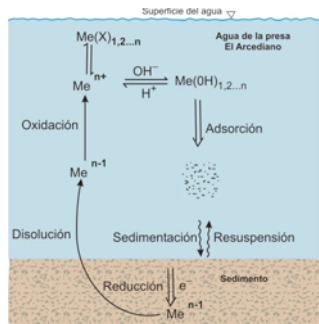
El IMTA ha desarrollado para la Comisión Estatal del Agua de Jalisco estudios para formular escenarios y estimar los riesgos que se corren con la desorción de contaminantes, acumulados en sedimento, vertidos al agua que se dirige hacia la presa Arcediano.

Con base en los resultados que se desprenden del análisis de muestras ambientales, obtenidas en los ríos Verde y Santiago, se formularon escenarios y se realizó una simulación numérica de la distribución, entre agua y sedimentos, de diversos contaminantes: metales, plaguicidas clorados, hidrocarburos poliaromáticos y bifenilos policlorados.

Entre las sustancias medidas en sedimentos solo el manganeso y el níquel sobrepasaron los criterios ecológicos de probable efecto. Se observó que los metales se acumulan principalmente en minerales de hierro, seguido por arcillas y, en menor grado, en minerales de manganeso, por lo que se considera que la interacción de metales con minerales de hierro controla la distribución de metales entre agua y sedimentos.

Las simulaciones para estimar el riesgo de contaminar el agua por la desorción de metales de los sedimentos sugieren que a diferencia del arsénico, el cobre y el

mercurio, las concentraciones de manganeso, plomo, cromo y níquel pueden rebasar los criterios ecológicos de la calidad del agua como fuente de abastecimiento ante la presencia de grandes volúmenes de azolve en la presa.



Ciclo de metales en agua y sedimentos.



Muestreo y medición de parámetros de campo.

- ***Correlación de la anomalía de precipitación y la temperatura superficial de los océanos (1970-2000)***

Se diagnosticó la relación de la anomalía de precipitación de la temporada (julio-septiembre) en la región central y noroeste del país, con la anomalía de la temperatura superficial de los océanos Pacífico y Atlántico (enero-marzo), tomando como periodo base 1970 a 2000.

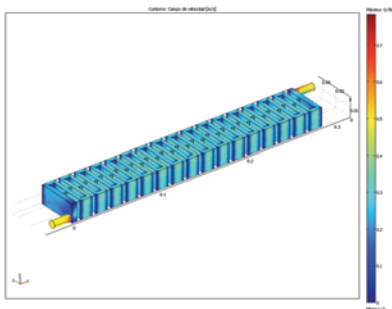
Los resultados mostraron que las variaciones de precipitación en la región central se relacionan significativamente con las variaciones en la temperatura de los océanos: para el Pacífico en las regiones conocidas como El Niño y Alberca de Agua Caliente y, para el Atlántico, cerca de la costa oeste de África. En el caso de la región noroeste se encontraron correlaciones positivas de precipitación con la temperatura del Pacífico para regiones cercanas al golfo de California y valores negativos para el Atlántico. Asimismo, los resultados indicaron que los valores de temperatura que presentan mayor correlación con las variaciones de precipitación de julio-septiembre son los correspondientes al mismo trimestre en la región central, para el noroeste los valores con mayor correlación son los tres trimestres previos a julio-septiembre en el Pacífico y de uno para el Atlántico. Se avanza así en el desarrollo de una herramienta para completar y realizar un buen pronóstico estacional de precipitación para México.

- ***Modelación de un reactor de electrocoagulación para remoción de arsénico***

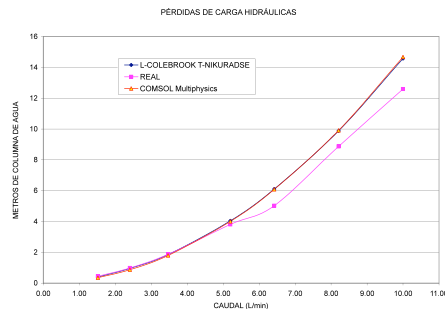
Se ha trabajado en la optimización de un reactor de electrocoagulación para remoción de arsénico en agua para consumo humano, con el cual se han obtenido eficiencias superiores al 90% para dejar el arsénico por debajo de los límites prescritos en la NOM-127-SSA1-1994, modificación al año 2000.

Los estudios analizan el efecto, sobre la eficiencia del reactor, de algunas variables de operación: gradiente de mezclado, tiempo de residencia, producto de  $Gt$ , presencia de cloro, conductividad del agua y densidad de corriente.

Paralelamente se desarrolló un programa en *Excel* para calcular las pérdidas de carga hidráulica y eléctrica a través del reactor en función de sus dimensiones, lo que permite diseñarlo para diferentes condiciones de operación. También se realizaron simulaciones de los comportamientos hidráulico, eléctrico y de difusión del reactor utilizando el programa *Comsol Multifísica*® con la finalidad de compararlo con los resultados reales y los obtenidos con el programa en *Excel*, y así optimizar los diseños de reactores de electrocoagulación. Hasta el momento, se ha encontrado un adecuado acoplamiento con los resultados obtenidos en *Excel*, los datos reales y los del *Comsol*.



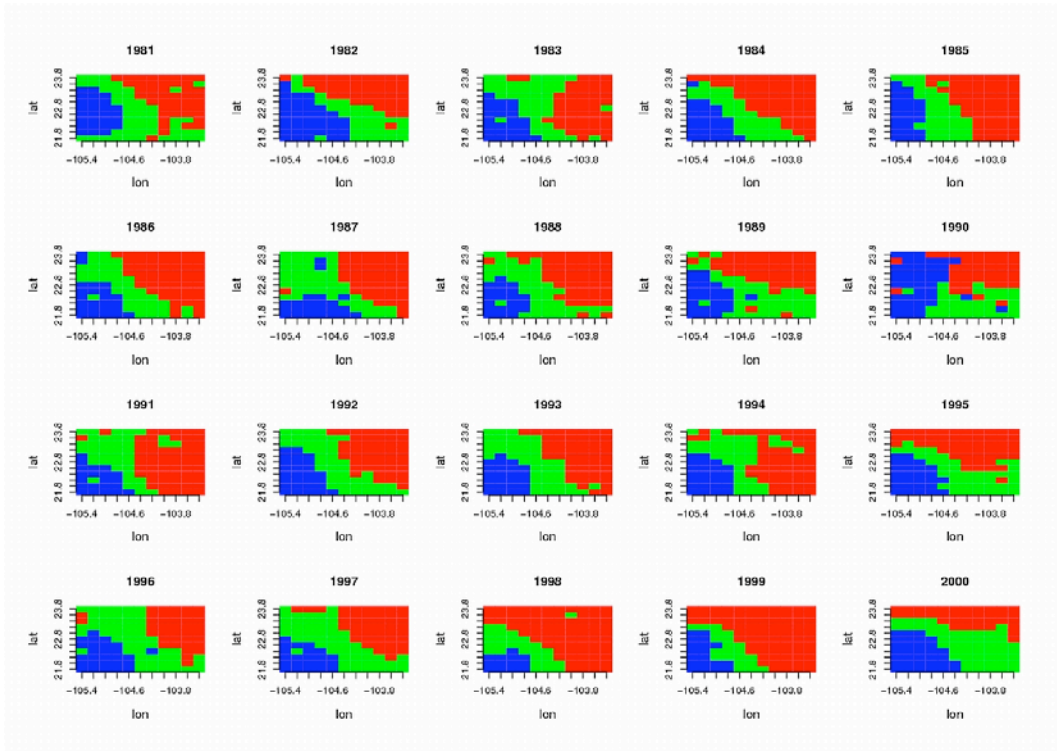
Campo de velocidades en el reactor.



Pérdidas de carga hidráulicas en el reactor.

- ***Tendencias de tormentas de magnitud moderada basada en técnicas de análisis de conglomerados***

En el marco del proyecto CONACYT 2007-2010: *Tendencias climáticas de fenómenos hidrometeorológicos extremos en México durante los últimos 40 años*, se han realizado cálculos de tendencias de tormentas de magnitud moderada utilizando técnicas de análisis de conglomerados. Lo novedoso de esta metodología se centra en que los complejos patrones de precipitación de una región determinada son clasificados a través *clusters* (conglomerados). La técnica escogida para el análisis fue PAM (*Partitioning Around Medoids*) y las precipitaciones fueron clasificadas en tres tipos de *clusters*: de intensidad baja (rojo), media (verde) y alta (azul).



Distribución espacial de precipitaciones de intensidad baja (rojo), media (verde) y alta (azul) en una región de Nayarit para los meses de agosto del periodo 1981-2000.

## ASESORÍA Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS

### Trabajos de colaboración con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

- *Restauración de playas*

Debido a la pérdida de arena en las playas de Cancún, Playa del Carmen y Cozumel a causa de diversos fenómenos hidrometeorológicos, el gobierno federal, el estado de Quintana Roo, los municipios de Benito Juárez, Solidaridad y Cozumel, así como los prestadores de servicios turísticos, acordaron llevar a cabo trabajos de recuperación de las playas. En noviembre de 2009 se iniciaron las obras de relleno con arena de características similares a las originales, dragada y transportada desde bancos de préstamo cercanos.

El IMTA fue designado como Acreditado Ambiental del proyecto *Supervisión del cumplimiento de la implementación de las medidas de prevención y mitigación ambiental del proyecto de restauración, recuperación, sostenimiento y mantenimiento de la zona federal marítimo terrestre de Cancún, Playa del Carmen y Cozumel*. En este papel, el Instituto ha supervisado y planteado recomendaciones en relación con las actividades propias del proyecto y ha estado presente durante las tareas de extracción, transporte, vertido y acomodo de la arena sobre las playas, vigilando el cumplimiento de 57 medidas de prevención y mitigación ambiental, las cuales incluyen los componentes aire, agua, sustrato costero arenoso, flora, fauna, paisaje y factor social. Estas actividades de supervisión han contribuido a los buenos resultados del proyecto y a que el impacto en el medio ambiente sea mínimo.



Inicio de los trabajos de vertido de arena en la isla barrera de Cancún el 1º de noviembre de 2009.



Panorámica hacia el sur de la isla barrera de Cancún, en la que se aprecia el nuevo ancho de playa seca logrado después del vertido de arena.

- **Programa de Monitoreo de Playas Prioritarias**

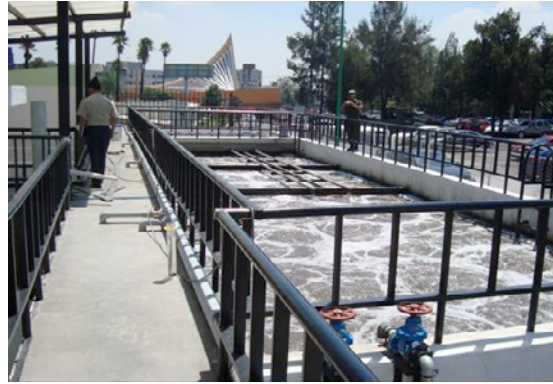
Este Programa se inició en 2008 con el análisis microbiológico de 21 muestras correspondientes a playas de Chiapas, Guerrero, Jalisco y Veracruz para determinar la presencia de enterococos fecales. Debido a que la SEMARNAT realiza el muestreo, surgió la necesidad de homogeneizarlo en cada una de las delegaciones participantes, para lo cual se impartió el curso teórico-práctico *Lineamientos de muestreo, Programa de Playas Prioritarias* en Puerto Vallarta, Jalisco, con la participación de diez técnicos correspondientes a las delegaciones de Veracruz, Campeche, Chiapas, Jalisco y Nayarit. Asimismo, con el objeto de estandarizar la ejecución de los monitoreos, desde la preparación del material hasta el informe del resultado, se subió a la página de la SEMARNAT un manual con información detallada. Durante el año se incorporaron otros puntos de muestreo y actualmente se analizan muestras correspondientes a 41 en playas de Campeche (6), Chiapas (4), Guerrero (7), Jalisco (7), Nayarit (5) y Veracruz (12).



Proceso de monitoreo de la calidad bacteriológica en playas. Con la toma de muestras se inicia el proceso, mismo que culmina en cinco días con la publicación de resultados. En el cuadro azul se muestra el tiempo (en días) que se invierte en cada actividad.

- **Programa de Uso Eficiente y Racional del Agua (PUERA)**

Las dependencias federales tuvieron en 2009 un consumo promedio de agua de 3,353 m<sup>3</sup>/bimestre/dependencia, que representa una reducción equivalente al 1.3% con respecto a 2008. Asimismo, se observó que en las oficinas administrativas se consumió un promedio de 27 L/empleador/día, lo que representa una reducción del 19% con respecto a 2008.



La Secretaría de la Defensa Nacional instaló, en seguimiento al PUERA, una planta de tratamiento para uso de agua residual en riego de jardines.

## Trabajos de colaboración con organismos operadores

- ***Indicadores de gestión de organismos operadores de agua potable***

En México existen 637 organismos operadores de sistemas de agua potable que atienden a ciudades con más de 20,000 habitantes. Desde 2002 el IMTA le da seguimiento a su evolución y desempeño promedio. Para tal fin utiliza una batería de indicadores estadísticos, aplicada a una muestra representativa de ellos, disponible en <http://www.pigoo.gob.mx>.

Al comparar las cifras de 2007 con las de 2008 se aprecia un mejor desempeño del subsector, esta tendencia se refleja en los siguientes resultados de la muestra: la macromedición se incrementó en ocho puntos porcentuales, el volumen tratado avanzó en 8.4 y la eficiencia global en 1.6. Por otra parte, la dotación promedio por habitante disminuyó en 9.6 litros por habitante al día y las reclamaciones de los usuarios presentaron una reducción de 6.4 puntos. De esta manera los organismos operadores mejoran el servicio que brindan a los usuarios, avanzan hacia el logro de estándares cada vez más elevados y contribuyen a la conservación del recurso.

AÑO/INDICADOR	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Diferencia con 2007	OBSERVACIONES
REHABILITACIÓN DE TUBERÍA (%)	1.0	0.5	0.8	1.3	2.5	3.4	3.4	0.0	SE MANTIENE
REHABILITACIÓN DE TOMAS DOMICILIARIAS (%)	2.7	1.9	2.1	2.1	3.3	2.7	4.1	1.3	AUMENTA
PRESIÓN DE SUMINISTRO DEL AGUA EN LA RED (MCA)	21.1	20.8	20.6	19.7	18.4	18.9	19.2	0.2	AUMENTA
MACROMEDICIÓN (%)	68.9	71.4	71.2	71.4	70.3	74.1	82.2	8.1	AUMENTA
VOLUMEN TRATADO (%)	30.9	29.3	29.3	27.8	32.1	32.4	40.8	8.4	AUMENTA
DOTACIÓN (l/h/d)	252.6	268.0	275.0	257.6	247.7	240.5	230.9	-9.6	BAJA
CONSUMO (l/h/d)	187.6	198.3	188.3	189.5	170.9	171.6	171.7	0.1	SE MANTIENE
HORAS CON SERVICIO DE AGUA EN LAS ZONAS DE TANDEO (Horas)	4.2	4.2	4.2	8.3	8.3	8.3	8.2	-0.1	SE MANTIENE
PADRON DE USUARIOS (%)	97.1	96.3	96.3	96.5	95.4	92.8	94.8	2.1	AUMENTA
USUARIOS CON PAGO A TIEMPO (%)	59.6	62.0	60.9	55.8	52.1	57.5	60.1	2.6	AUMENTA
USUARIOS ABASTECIDOS CON PIPAS (%)	2.7	3.5	2.5	3.8	4.7	7.5	7.7	0.2	AUMENTA
RECLAMACIONES	141.0	180.7	182.6	157.5	153.7	158.4	151.9	-6.4	BAJA
EMPLEADOS POR CADA MIL TOMAS	5.2	5.1	5.0	4.8	4.8	4.7	4.7	0.0	SE MANTIENE
EMPLEADOS DEDICADOS AL CONTROL DE FUGAS	8.5	8.1	9.0	9.2	9.1	8.7	7.7	-1.1	BAJA
COSTOS ENTRE VOLUMEN PRODUCIDO (\$/m <sup>3</sup> )	3.6	4.1	4.1	4.3	4.6	5.1	5.3	0.2	AUMENTA
EFICIENCIA FÍSICA (%)	60.1	60.6	60.4	57.7	56.8	58.0	58.0	0.0	SE MANTIENE
EFICIENCIA COMERCIAL (%)	71.5	72.1	74.1	73.4	77.2	73.4	72.1	-1.3	BAJA
EFICIENCIA DE COBRO (%)	76.3	74.7	78.4	74.6	77.7	77.2	75.1	-2.1	BAJA
EFICIENCIA GLOBAL (%)	49.9	46.1	49.3	45.3	43.5	47.0	48.5	1.6	AUMENTA

Estadística de Indicadores anuales de gestión de organismos operadores de agua 2002-2008.

## Trabajos de colaboración con la CONAGUA

- **Planta de tratamiento de aguas residuales de Atotonilco, Hidalgo**

Se desarrolló el proyecto *Caracterización y tratabilidad de las aguas residuales del Valle de México* con la finalidad de que la información resultante se utilizara como parte de los documentos técnicos para las bases de licitación de esta planta.

Como parte del proyecto se realizó un aforo cuya información muestra que la ciudad de México y su zona conurbada generan un caudal de aguas residuales de entre 20 m<sup>3</sup>/s en el estiaje y 70 m<sup>3</sup>/s durante la época pluvial. De acuerdo con éste se dimensionaron los módulos y se determinaron sus parámetros de diseño y operación con base en pruebas de tratabilidad del agua, utilizando el proceso convencional de lodos activados y un módulo de tratamiento fisicoquímico, operando solamente en época de lluvias.

En cuanto al diseño se establecieron las especificaciones para: desarenadores, sedimentadores primarios y secundarios, tanques de aeración con lodos activados y tanques de desinfección. Asimismo se determinaron las dosis de los reactivos para el tratamiento fisicoquímico y se realizaron pruebas de estabilización biológica anaerobia, desaguado y deshidratación para los lodos residuales.

La relevancia de la información generada por este proyecto estriba en que la determinación del caudal, sus variaciones y su calidad es crucial en el diseño de esta importante planta de tratamiento.

- **Medición del agua en grandes obras y en sistemas hidráulicos**

Se apoyó la transferencia de tecnología de punta para la medición del flujo volumétrico del agua en presas de almacenamiento, canales de riego y pozos agrícolas. Para ello se verificaron y se le dio mantenimiento a 35 sistemas de

telemedición instalados en obras de toma de las principales presas de almacenamiento de la CONAGUA. En diez sistemas se cambiaron los sensores de velocidad debido a que cumplieron su vida útil. A todos los sistemas se les brindó el servicio de transmisión satelital de las variables hidráulicas asociadas con el flujo volumétrico y con el volumen totalizado. Se supervisó la instalación de 26 nuevos puntos de medición en canales de riego en los DR 030 Valsequillo, Puebla; 057 Amuco-Cutzamala, Guerrero; 097 Lázaro Cárdenas, Michoacán; 004 Don Martín, Coahuila-Nuevo León; 025 Bajo Río Bravo y 026 Bajo Río San Juan, Tamaulipas; 017 Región Lagunera, Coahuila-Durango; 034 Estado de Zacatecas, Zacatecas y 093 Tomatlán, Jalisco.

Por otra parte se respaldó técnicamente el proceso de licitación, la evaluación de control de calidad y la supervisión de la instalación de cien medidores en sistemas de bombeo en el DR 087 Rosario Mezquite, Michoacán. Adicionalmente se instrumentaron cuatro puntos del sistema Cutzamala: medición del nivel de almacenamiento de la presa Tuxpan; medición de nivel, gasto y volumen acumulado en el canal de comunicación entre las presas Tuxpan y El Bosque en los puntos km 0+130 y km 21+740, y la medición de nivel, gasto y volumen acumulado del canal El Durazno que descarga en la presa Colorines.

Los puntos instrumentados funcionan de manera continua desde julio de 2009 y cuentan con aforadores totalizadores volumétricos con despliegue de información en sitio y a distancia a través de la página web del *Sistema de monitoreo de presas* (<http://conagua.imta.mx>). Para garantizar la calidad de la información, los equipos se verificaron mediante campañas de calibración con medidores de perfilación acústica Doppler, incorporando las metodologías y cumpliendo con los criterios que se establecen en la *Guía para la expresión de incertidumbre en la medición* (GUM, por sus siglas en inglés, 1995) y en las normas de referencia ISO.



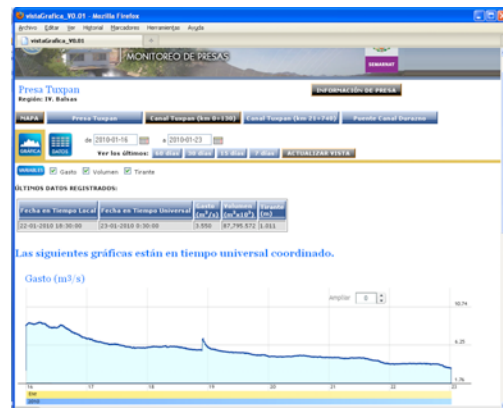
Proceso de verificación en el canal de comunicación de la presa Tuxpan-El Bosque km 0+130.



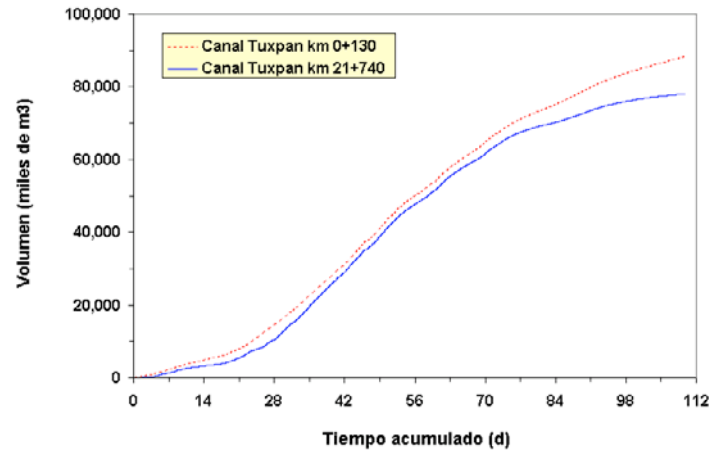
Estación de medición con un aforador de garganta larga (izquierda). Determinación del caudal con un equipo de perfilación acústica Doppler portátil (derecha).



Limpieza de un medidor acústico de efecto Doppler lateral fijo.



Páginas del sitio web del *Sistema para monitoreo de presas*.



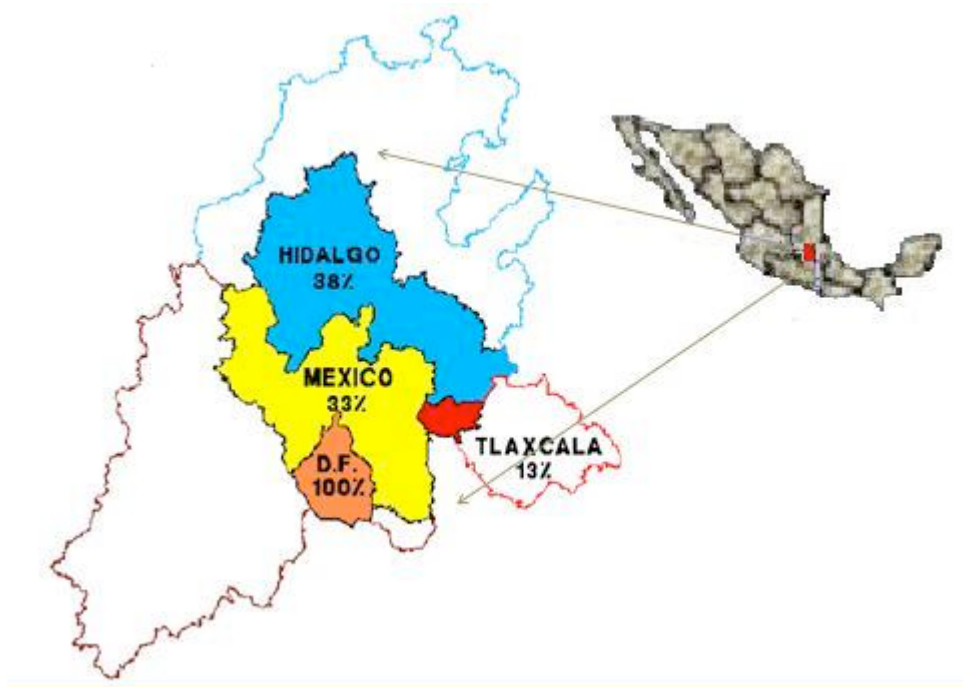
Comparación entre los volúmenes acumulados de agua en la entrada y la salida del canal Tuxpan.



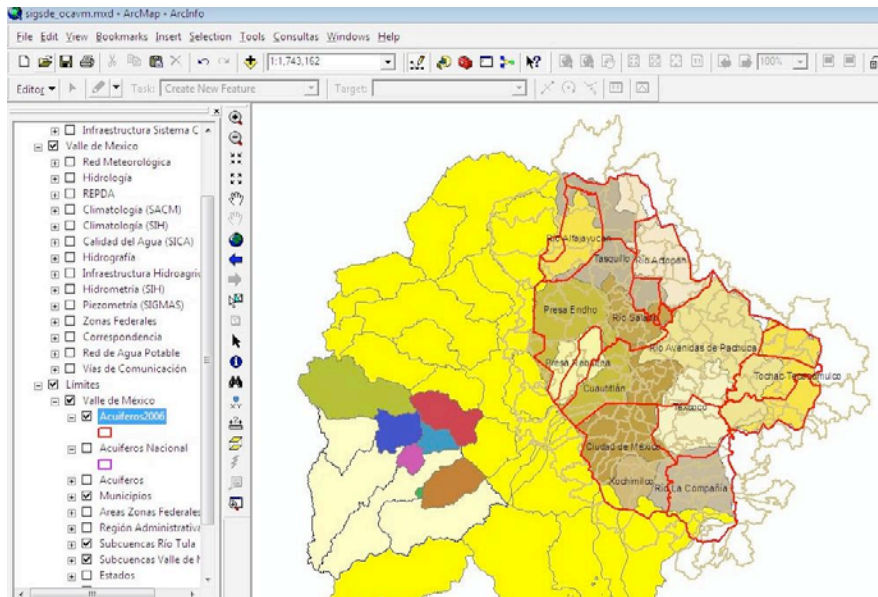
Instalación de tiempo de travesía en el DR 030 Valsequillo, Puebla.

- ***Mantenimiento y actualización del sistema de información geográfica de la Dirección Técnica del Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México***

Con la finalidad de mantener una herramienta que facilite el acceso a la información geográfica e hidrológica de los recursos hídricos administrados por este organismo de cuenca, el IMTA actualizó la base de datos geospaciales y la implementó en una estructura cliente/servidor, accesible a las diferentes áreas técnicas del organismo a través de la red local de la Dirección Técnica; desarrolló una aplicación en la plataforma ArcGis **SIG\_DT\_OCAVM** para el despliegue, análisis y actualización de datos descriptivos e históricos e impartió al personal técnico de la Dirección Técnica un curso-taller de transferencia del sistema, y elaboró un manual del usuario.



Localización y extensión territorial de la Región XIII Aguas del Valle de México, correspondiente al organismo de cuenca del mismo nombre.



Interfaz gráfica del sistema de información geográfica.

Información de ZONAS FEDERALES TRÁMITES

Consulta de Datos: [ País ]

Datos Generales

Identificador: 1 Total: 30

Nombre: SISTEMA DE AGUAS DE LA CIUDAD DE MEXICO

Título: 89999 Fecha Título: 01/01/2009

SÉCTRA: DFE-ID-569-07-09-09 Ver Plazo: VM-4H-0028 Ver

Croquis: CRQ\_31 Fecha Croquis: 01/08/2009

Expediente D.T.: 226-09 Tipo: PERIODO DE OBRA Y CONCESIÓN

Uso: ALOJAMIENTO DE TUBERÍA DE AGUA POTABLE

Nombre Cauce: CAÑAL CHALCO

Solicitud determinate: 800.901.01.03 Sol. Folio: 1170 Ver Fecha Sol.: 07/04/2009

Respuesta determinate: 800.901.04.03 Res. Folio: 1329 Ver Fecha Res.: 27/09/2009

Turno D.T.: 07 - 0805 Área Concedida: 2890 Fecha Rec.: 27/04/2009

Dir. Solicitud: NEZAHUALCOYOTL NO. 308 COL CENTRO DELES. CUALTEMOC

Ubicación: SOBRE LA CALLE CAÑAL DE CHALCO CERDE ISRAELISA HASTA LA ALTURA DE PERIPECO CAÑAL DE

Localidad: DISTRITO FEDERAL Municipio: 09007

Foto:

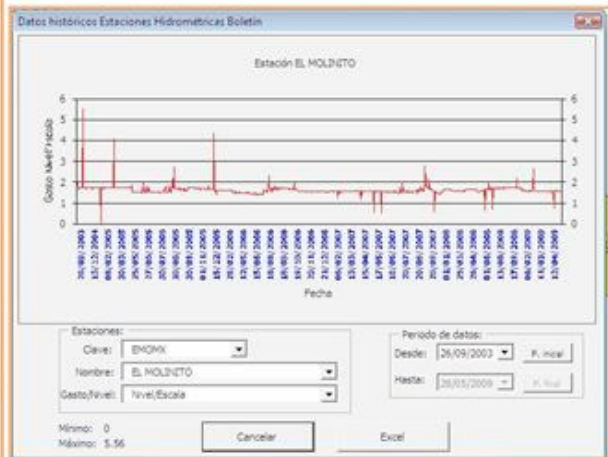
Coordenadas Geográficas

Latitud: 19 18 25.8

Longitud: 99 0 22.7

Aceptar Editar Cancelar Ver Aceptar

Nuevo Aceptar Modificar Cancelar Cerrar



Despliegue de datos descriptivos de un elemento geográfico y de la gráfica de una variable histórica.

- **Tratamiento de aguas residuales para pequeñas comunidades rurales**

Para incrementar el porcentaje de tratamiento de aguas residuales en la cuenca del lago de Pátzcuaro, Michoacán, se entregaron a la Dirección Local de la CONAGUA, a la Comisión Estatal de Agua y Gestión de Cuencas de Michoacán y a los municipios de Quiroga y Erongarícuaro los proyectos ejecutivos de los humedales artificiales que serán instalados en San Jerónimo Purenchécuaro y San Francisco Uricho, los cuales tendrán una capacidad para tratar agua de 1.8 L/s y 0.78 L/s respectivamente, beneficiando a 3,502 habitantes.

Asimismo, se inició la instalación del primer humedal con una capacidad en 0.8 l/s en San Jerónimo Purenchécuaro. Adicionalmente, se llevó a cabo la evaluación de las eficiencias de tratamiento de los humedales de Cucuchucho, Santa Fe de la Laguna y Erongarícuaro, este último seleccionado en el Programa de Fondo Concursable para el Tratamiento de Aguas Residuales por parte de la CONAGUA. Para garantizar su adecuado funcionamiento se elaboraron las guías de operación y mantenimiento específicas de cada humedal.



Instalación del humedal en San Jerónimo Purenchécuaro.



Evaluación de humedales.

- **Disponibilidad y balance hídrico de aguas superficiales**

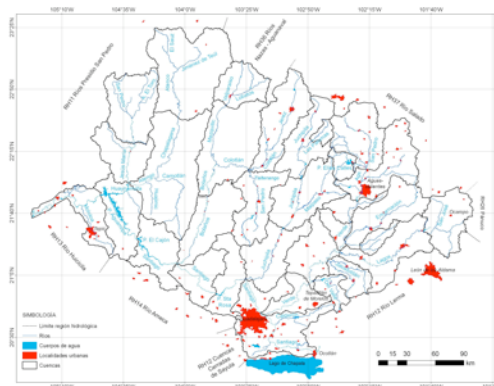
Debido a la importancia que tiene para la Región Hidrológica (RH) XII Río Santiago determinar el volumen de agua disponible y concesionado, se lleva a cabo la actualización de la disponibilidad media anual de las aguas superficiales.

El resultado del análisis de los registros de aprovechamientos que obra en la base de datos del Registro Público de Derechos de Agua, al 31 de diciembre de 2007, ha permitido identificar 6,454 aprovechamientos concesionados con un volumen total de 594 hm<sup>3</sup>/año, sin considerar la generación hidroeléctrica, cuyo principal usuario es el sector agrícola con el 68 por ciento.

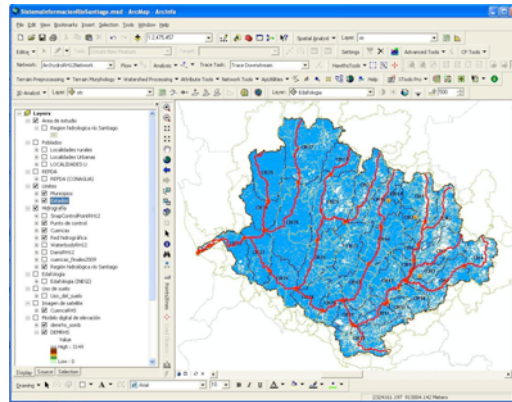
En la zona de estudio se ubican las plantas hidroeléctricas Aguamilpa y El Cajón, Nayarit y Santa Rosa, Jalisco, las cuales tienen en conjunto un volumen concesionado de 10,510 hm<sup>3</sup>/año. Es importante mencionar que en esta actualización se tomará en cuenta el volumen concesionado de la presa El Cajón.

Con los resultados de la actualización de la disponibilidad media anual de agua superficial, considerando todo el sistema de cuencas hidrológicas que integran la RH XII Río Santiago, se identificarán las cuencas deficitarias donde se llevarán a cabo acciones tendientes a mejorar el uso y manejo del recurso o, en su caso, negar concesiones en la región. El volumen disponible aguas abajo por cuenca hidrológica será publicado en el *Diario Oficial de la Federación*.

Por otro lado, dentro de los resultados obtenidos se encuentra la generación e integración de una base de datos geográfica utilizando la herramienta *ArchHydro*, implementada en la plataforma *ArcGIS*, en su componente de aguas superficiales para la región hidrológica del río Santiago. La base de datos permite organizar los datos asociados con el cálculo de la disponibilidad media anual de agua superficial, integrando información espacial y de series de tiempo. De esta manera se cuenta con un sistema de información hidrológico integral para la región que podrá, además, ser utilizado conjuntamente con modelos hidrológicos y de gestión.



Cuencas hidrológicas que integran la RH XII Río Santiago.



Sistema de información geográfica de la RH XII Río Santiago mediante el modelo *ArcHydro*.

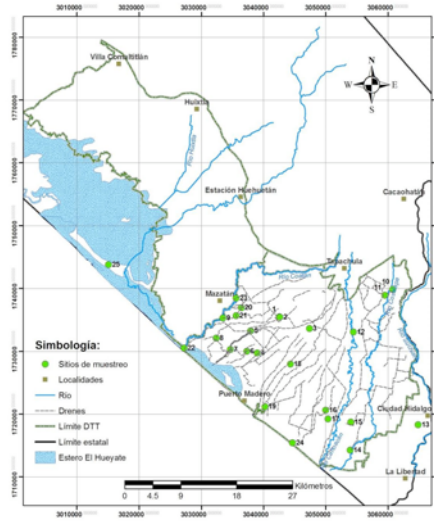
- **Contaminación de agua en cuencas de Chiapas**

El IMTA, en convenio con la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, evaluó el impacto de la agricultura en cuerpos de agua de las cuencas de los ríos Huixtla, Huehuetán y Coatán, Chiapas.

El inventario de uso de agroquímicos en los distritos de temporal tecnificado 017 y 018 revela que los plaguicidas con mayor incidencia son: el oxicloruro de cobre; los del grupo de la fosfometilglicina, cuyos nombres comerciales son *Glifosato* y *Faena*; y los del grupo del clorofenoxi, comercialmente conocidos como *Hierbamina*, *Herbipol* y *2,4-D*, que se aplican a cultivos de café y mango, de café, maíz, soya, caña de azúcar y sorgo, y de maíz, caña de azúcar y pastos, respectivamente.

Se realizó también una búsqueda de las características de toxicidad, persistencia y movilidad de los plaguicidas y se encontró que los herbicidas atrazina, paraquat y *2,4-D* presentan mayor riesgo de contaminación para los cuerpos de agua.

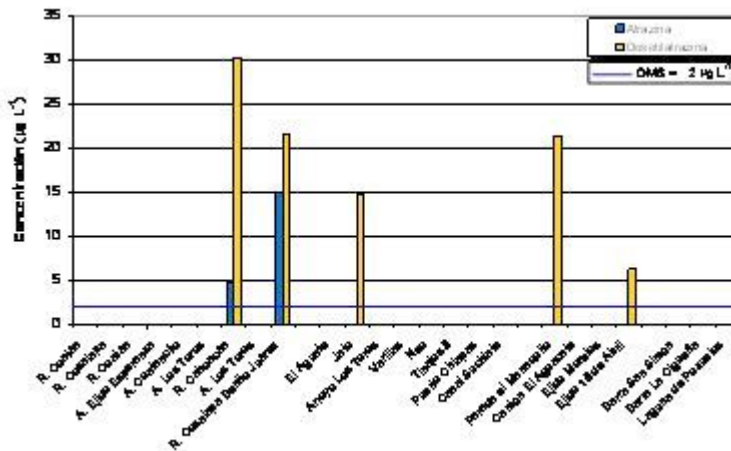
Asimismo, se efectuó un muestreo de agua y sedimentos en la zona de estudio, el cual reportó concentraciones de atrazina en agua de ríos que superan los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud para uso y consumo humanos, así como concentraciones del metabolito desetilatrazina en ríos, drenes y norias que varían entre tres y 15 veces el límite internacionalmente aceptado. Cabe mencionar que la norma NOM-127-SSA1-1994 no incluye límites para este herbicida.



Sitios de muestreo en las cuencas de los ríos Huixtla, Huehuetán y Coatán, Chiapas.



Muestreo en ríos, drenes y norias.



Atrazina en cuerpos de agua de las cuencas de los ríos Huixtla, Huehuetán y Coatán, Chiapas.

• **Control de la eutrofización en la presa Valle de Bravo**

El IMTA realizó la primera fase del proyecto *Caracterización de sedimentos en la presa Valle de Bravo, Estado de México, y evaluación de diferentes técnicas de*

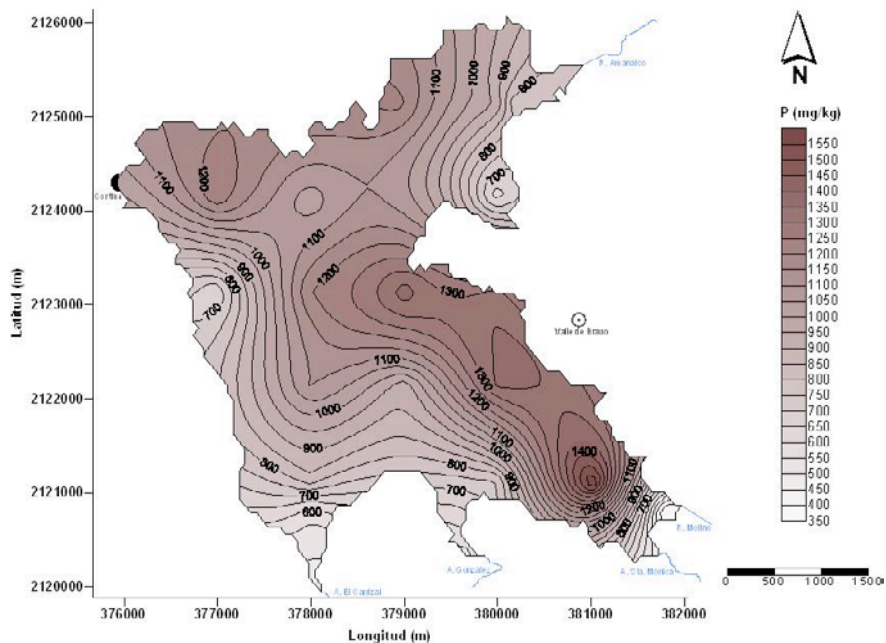
*control de nutrientes* con la finalidad de evaluar los aportes de nutrientes originarios de fuentes externas e internas.

Los resultados del muestreo realizado en el embalse confirmaron el estado trófico del agua para bajos volúmenes de almacenamiento y advirtieron que el fósforo es el nutriente limitante que debe ser controlado.

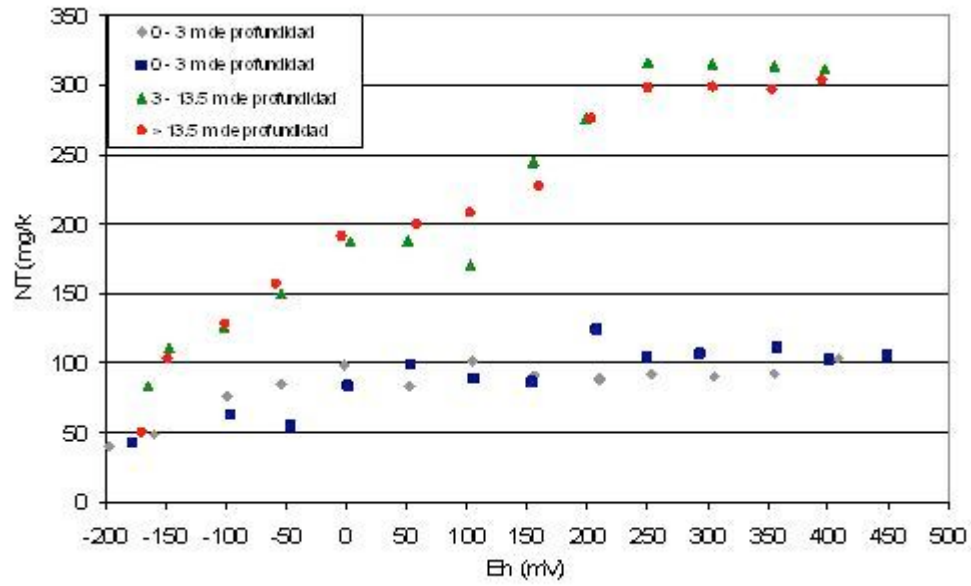
En la entrada del río Amanalco se observaron elevadas concentraciones de nitrógeno en sedimentos, donde existe también la mayor acumulación de materia orgánica y manganeso. El fósforo, a su vez, se acumula más en zonas profundas y en las cercanas a la cabecera municipal de Valle de Bravo.

Se detectó también que la liberación de dichos nutrientes en sedimentos provenientes de zonas intermedias y profundas es mayor a la que se presenta en zonas someras, y que el nitrógeno se libera más profusamente en condiciones de oxidación, mientras que el fósforo lo hace en ambientes anóxicos, coincidiendo principalmente con la disolución de hierro.

Las cargas externas de nitrógeno y fósforo se estimaron en 288 y 92 t/año, respectivamente, con base en los inventarios de fuentes puntuales y difusas de contaminantes, por lo que se recomendó controlar la eutrofización en esta presa mediante la reducción de las cargas interna y externa.



Fósforo total en sedimentos de la presa Valle de Bravo, Estado de México.



Nitrógeno liberado como función del potencial Redox.



Preparación de adsorbente natural e inocuo para inmovilización de fósforo.

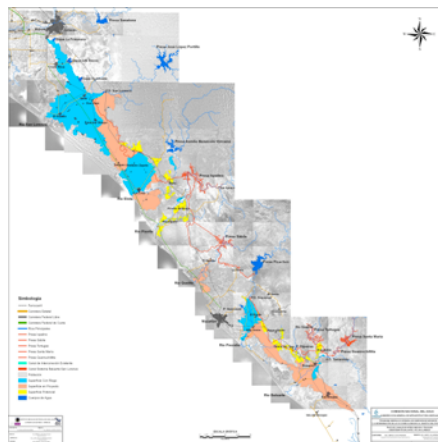
- **Programa Hidráulico Integral de Inversiones del Noroeste**

El desarrollo de este proyecto consistió en la elaboración de: un diagnóstico del Plan Hidráulico Interconectado del Noroeste (PLHINO), un modelo de simulación hidrológica, un sistema de información geográfica (SIG) y una cartera de factibilidad de proyectos de inversión.

En relación con el primer rubro se obtuvo información histórica agrícola, hidrométrica y productiva de los distritos de riego (DR), ubicados en el área de influencia del Plan, para determinar sus indicadores de producción, productividad y operación. Estos datos evidencian que actualmente los DR del centro de Sinaloa funcionan interconectados aunque con restricciones operativas; que los DR del sur de este estado tienen el potencial de consolidar las superficies regadas y sus procesos productivos, y que es más factible transferir volúmenes de agua desde el sur de Sinaloa que desde Nayarit.

En cuanto al modelo de simulación se actualizó la información hidrológica de los ríos del área de influencia del PLHINO, de las demandas de las zonas de riego y de las eficiencias de la red de conducción principal de los DR. Por otra parte se generó un modelo de simulación en el Sistema de Evaluación y Planificación del Agua (WEAP, por sus siglas en inglés) para determinar el volumen factible de transferir desde Nayarit y Sinaloa hasta Sonora.

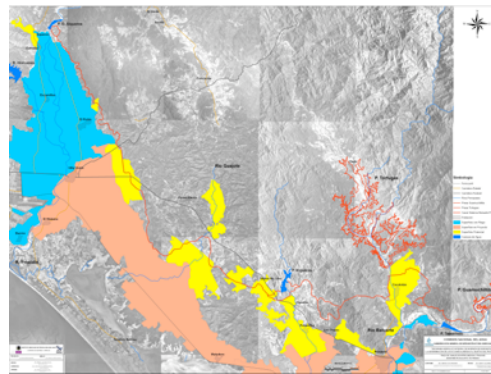
Este modelo muestra que es posible, en una primera etapa, conducir un volumen neto de 808 millones de metros cúbicos desde el río Baluarte hasta el río San Lorenzo bajo las siguientes condiciones de simulación: una demanda de agua potable de 5 m<sup>3</sup>/s (río Baluarte: 2.0 m<sup>3</sup>/s; río Presidio: 3.0 m<sup>3</sup>/s); la demanda para una superficie de riego, que incluye tanto las zonas en operación como las superficies factibles de ser incorporadas al riego, de 130,672 ha (Sistema Baluarte-Presidio: 54,323; río Quelite: 3,649 ha y sistema Elota-Piactla: 72,700 ha); y la demanda ecológica por el criterio de Tennant (10% del volumen escurrido medio anual).



Zonas de riego y canales de interconexión propuestos en la primera etapa de planeación del PLHINO, comprendida entre el río Baluarte y el río Tamazula, Sinaloa.

Para integrar la base de datos geográficos del SIG se analizó información correspondiente a división política, vías de comunicación, infraestructura hidroagrícola, zonas de riego, hidrología, edafología y topografía de las fuentes siguientes: Sistema de Información Geográfica del Agua de la CONAGUA, archivos vectoriales del INEGI y levantamientos de campo realizados por personal del IMTA.

La cartera de factibilidad de proyectos de inversión se conformó a partir del análisis de la información de obras hidráulicas en el área de influencia del PLHINO y de las condiciones de interconexión entre cuencas. La inversión para los anteproyectos de las obras hidráulicas asciende, en una primera estimación, a 24,239 millones de pesos. Para las presas de almacenamiento, regulación y derivación, se estimó una inversión de 12,125 millones de pesos: río Baluarte, 6,400 (presas Santa María, Guamuchilita y Tortugas); río Quelite, 400 (presa Sábila); río Piaxtla, 4,425 (presas Las Juntas e Ixpalino) y río Humaya, 900 (presa Jotagua). Para los canales de interconexión, la inversión se estimó en 6,174 millones de pesos: canal Baluarte-Presidio, 816; canal Presidio-Piaxtla, 2,200 y canal Piaxtla-Alto San Lorenzo, 3,158. La inversión para la superficie factible de incorporarse al riego asciende a 5,940 millones de pesos, que corresponde a una superficie de 90,272 ha: sistema Baluarte-Presidio, 46,073 ha; río Quelite, 3,649 ha; sistema Elota-Piaxtla, 40,550 ha, y Alto San Lorenzo, 30,000 hectáreas.

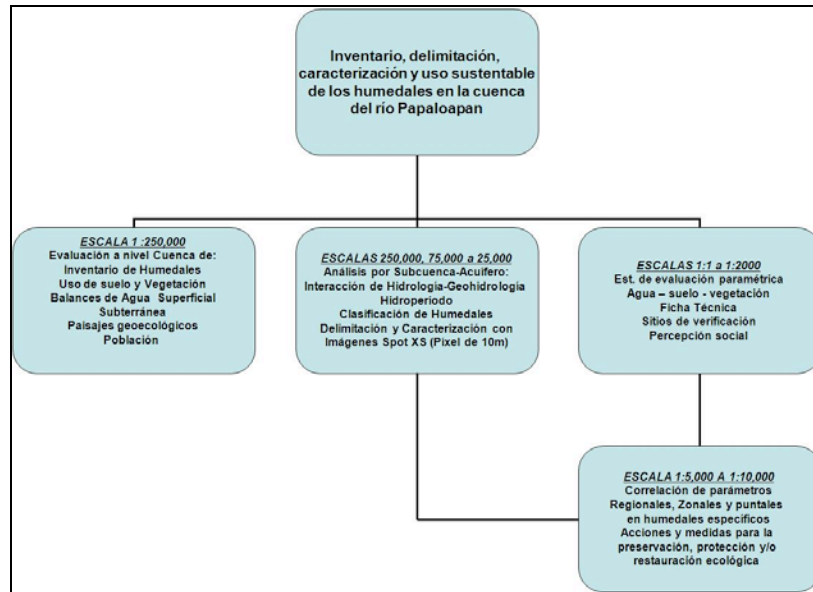


Detalle del sistema Baluarte-Presidio con la infraestructura de riego existente y la propuesta en la primera etapa de planeación del PLHINO.

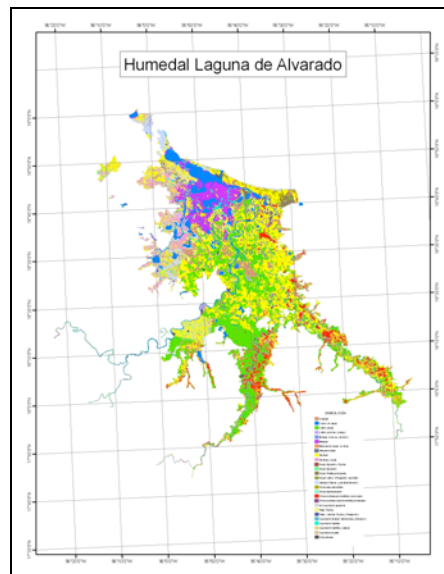
- ***Humedales en la cuenca del río Papaloapan***

Se elaboraron diversos mapas de uso de suelo y vegetación, con base en imágenes de 1979 y 2003; un inventario de humedales en la cuenca; un balance de aguas superficiales y subterráneas, y una caracterización de los conflictos sociales por los humedales. Los resultados de este proyecto apoyarán a la CONAGUA en el establecimiento de criterios hidrobiológicos para la creación de programas tendientes a la conservación y uso sustentable de los humedales del país.

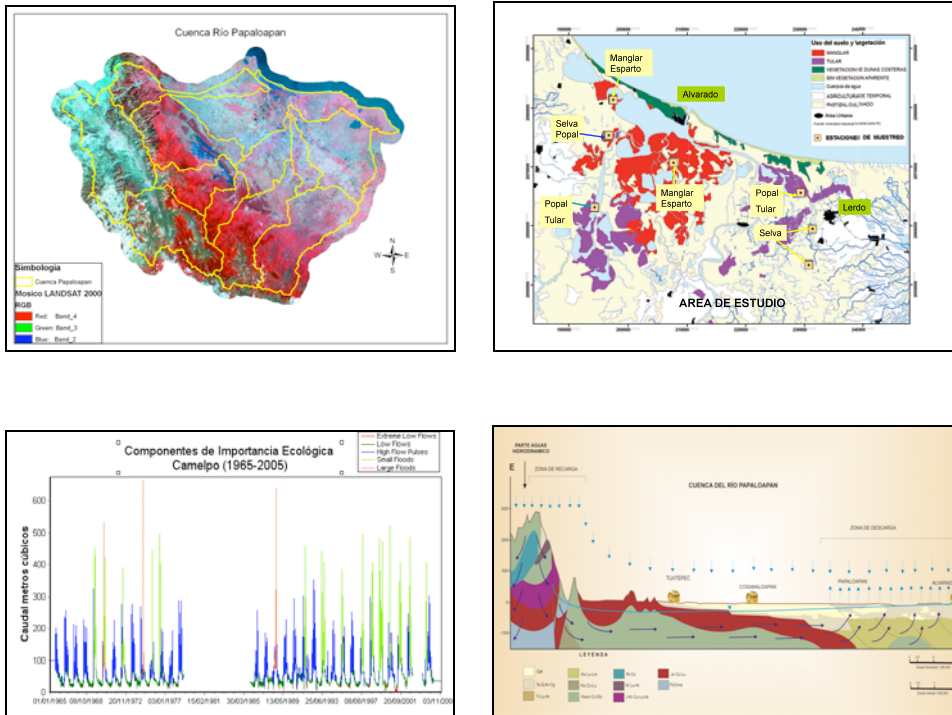
Adicionalmente se desarrolló la metodología para el cálculo del gasto destinado al mantenimiento y conservación de los humedales en la cuenca.



Marco de referencia de análisis espacial para la caracterización de los humedales.



Cobertura vegetal y uso de suelo de los humedales de la cuenca baja del Papaloapan.



## Trabajos de colaboración con la Comisión Federal de Electricidad

- **Comportamiento morfológico del río Verde**

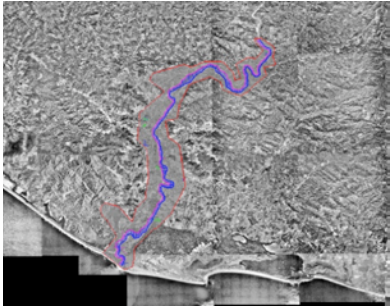
Como parte del trabajo *Caracterización y análisis del subsistema abiótico del proyecto aprovechamiento hidráulico de usos múltiples Paso de la Reina, Oaxaca (2008-2009)* se realizó, desde la perspectiva de la hidráulica fluvial, un análisis del comportamiento morfológico del río Verde considerando su condición original, es decir, sin obras civiles, y de su cambio después de la construcción de la presa derivadora Ricardo Flores Magón y los bordos de protección aguas abajo.

Posteriormente se analizaron los posibles efectos considerando la construcción de las presas Paso de la Reina y Cambio de Régimen. Paralelamente, utilizando el modelo numérico FLO-2D, se simuló parte del comportamiento hidráulico del río Verde en el tramo que va del río Paso de la Reina a la desembocadura al mar.

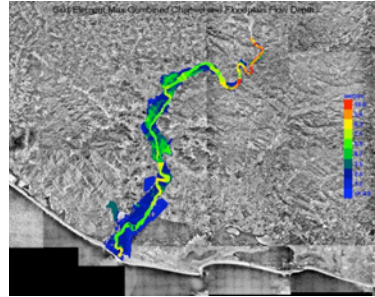
Con la simulación para la condición máxima histórica de escurrimientos de la avenida de 1981, se estimaron los gastos siguientes: el de inundación por tramos, de interacción del río con las lagunas Lavallo y El Espejo y el del río que aporta agua al Parque Nacional Chacahua. De esta manera se determinó que las áreas inundables quedan ubicadas en el tramo de la presa derivadora hacia aguas arriba hasta la isla cerca de la Huichicata y aguas abajo de la presa derivadora en el tramo comprendido ente el poblado Charco Redondo y el Parque Nacional Chacahua.

Por otro parte, entre los impactos estimados por la construcción y operación de las presas en proyecto, destacan los procesos de erosión aguas abajo, los cuales pueden llegar a ser del orden de un metro de profundidad en una sección

inmediata a la presa y de una longitud de hasta cinco kilómetros aguas abajo de la cortina. El acorazamiento del fondo del cauce por este proceso puede modificar el diámetro medio del material hasta en 7.054 mm. Como complemento, para fines de evaluación y seguimiento, se definieron algunos indicadores para estimar los cambios en el río Verde por la presencia y operación de las presas y se propusieron las acciones para monitorear el comportamiento del río después de la construcción y puesta en marcha de las mismas.



Dominio y malla de cálculo con el modelo FLO2D.



Niveles máximos del agua para la avenida de 1981, en el río Verde, Oaxaca.

- ***Reducción de riesgos de inundación aguas abajo de la presa Peñitas***

Como consecuencia del deslave o *caído* que bloqueó el cauce del río Grijalva en noviembre de 2007, se encomendó al IMTA el desarrollo de una modelación de pronóstico de avenidas en tiempo real. Para ello, se tomó como base un primer ejercicio, realizado en 2006, con el que se obtuvieron pronósticos con muy buena aproximación.

Este nuevo modelo incluye, adicionalmente, la información de precipitación en tiempo real, incorporando el pronóstico de lluvia con el modelo de mesoescala MM5 con una anticipación de hasta 72 horas. La información de lluvia en tiempo real y la pronosticada se ingresan a un nuevo modelo hidrológico que utiliza un hidrograma unitario construido con base en eventos registrados y calibrado con datos sobre la lluvia antecedente. El modelo considera, además, el efecto del *caído*, es decir, el almacenaje del vaso superior denominado también Juan del Grijalva.

Con las aportaciones de la propia cuenca y de las descargas de la central hidroeléctrica Malpaso se integra el ingreso total al vaso de la presa Peñitas. Esta información permitirá la gestión adecuada de crecientes y con ello brindar un mayor grado de seguridad a la población aguas abajo.



Pronóstico de la avenida de ingreso en la presa Peñitas, dividida por el vaso natural ("El caído") en el sitio denominado Juan del Grijalva.

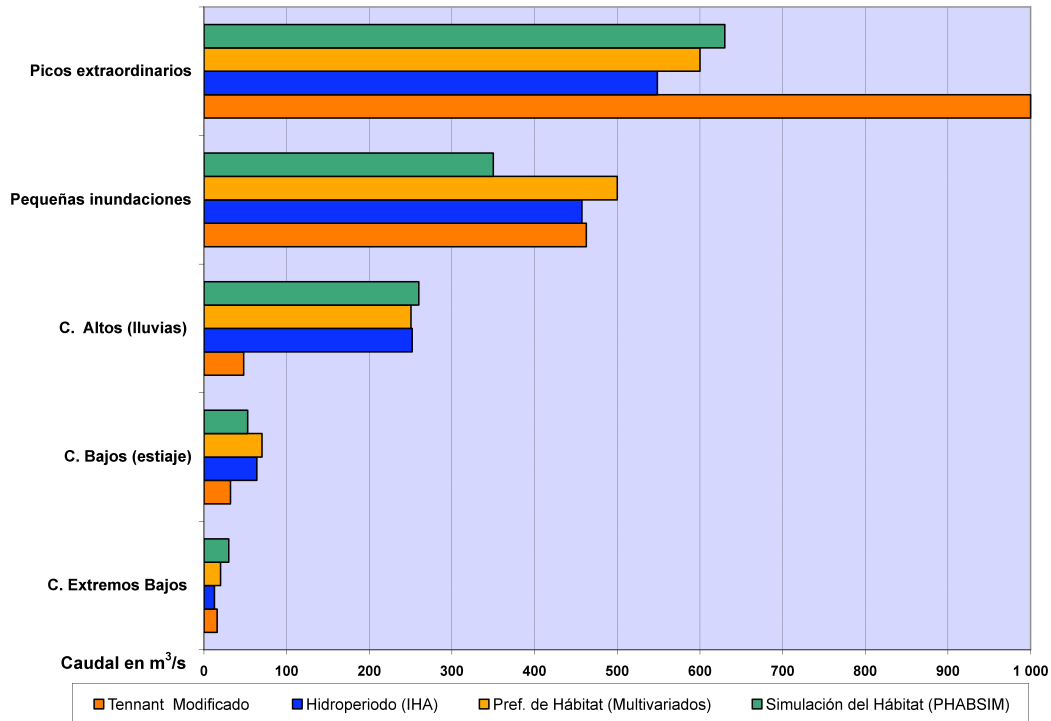
- **Modelación ambiental de las lagunas de Chacahua**

Se realizó el proyecto *Estudios hidrológicos, hidrogeoquímicos, fluviales, hidrodinámica lagunar-costera, manejo de cuenca y distrito de riego, caudal ecológico, calidad del agua superficial y contaminación difusa de las lagunas de Chacahua del sistema ambiental regional del proyecto de aprovechamiento hidráulico de usos múltiples, Paso de la Reina Oaxaca (periodo de muestreo abril a diciembre, 2009)*. Los resultados de la modelación de calidad del agua en el río Verde, Oaxaca, indican que no hay descargas importantes de aguas residuales y que los cambios se deben al ingreso del río Leche, al flujo de retorno del DR110 Río Verde-Progreso, Oaxaca y al de las lagunas.

La extracción en la presa derivadora Flores Magón no afecta las condiciones fisicoquímicas del río Verde. La demanda química de oxígeno, los sólidos disueltos totales y los nitratos aumentan con el aporte del río Leche y se reducen antes de llegar al embalse Charco Redondo. Los caudales ambientales obtenidos por los métodos de Tennant Modificado, Hidroperiodo, así como Preferencia de Hábitat y Simulación del Hábitat, muestran similitud en los caudales bajos y en los picos extraordinarios.



Muestreo en la presa derivadora Flores Magón.



Variación entre los métodos de evaluación del caudal ambiental.

## Trabajos de colaboración con entidades y municipios

### Morelos

#### ***Coordinación técnica del proyecto de recuperación ambiental de la cuenca del río Apatlaco***

Además de dar seguimiento técnico al avance y al cumplimiento del Plan Estratégico para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Río Apatlaco, se gestionó el proyecto *Rehabilitación e instalación de infraestructura para el almacenamiento de agua de lluvia y transferencia de tecnologías apropiadas en comunidades de los Altos de Morelos*, que se enmarca dentro del Programa para la Construcción y Rehabilitación de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales (primera etapa), donde participan la Fundación Gonzalo Río Arronte (FGRA), la CONAGUA, la Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente del Estado de Morelos (CEAMA) y el IMTA.

Con la FGRA se convino el proyecto *Programa 2009-2012 para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Río Apatlaco. Etapa 2009* que incluye las acciones siguientes: macromedición en fuentes de abastecimiento de agua potable de la cuenca del río Apatlaco; abastecimiento mediante captación y almacenamiento de agua de lluvia en Coajomulco, Fierro del Toro y Tetecuintla; espacios de educación ambiental, cultura del agua y bosque, autosustentables en agua y

energía, y coordinación técnica del Programa para la Recuperación Ambiental del Río Apatlaco y apoyo a la gestión de proyectos municipales.



Aspectos de la verificación de la décima sesión del Consejo de Cuenca del Río Balsas en las oficinas del Consejo de Cuenca del Río Balsas.

- ***Tecnologías apropiadas en la cuenca del río Apatlaco***

En la zona sur de Morelos, con el apoyo de la Fundación Gonzalo Río Arronte y la Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente del Estado de Morelos, se llevó a cabo la instalación de 104 cisternas de captación pluvial en las colonias Solidaridad y Santa Úrsula de Temixco y en las colonias Ampliación Miguel Hidalgo y La Esperanza de Xochitepec, beneficiando al mismo número de familias. Se colocaron 110 sanitarios ecológicos secos en las colonias Solidaridad y Santa Úrsula de Temixco y en la colonia Chiverías de Zacatepec. Para el tratamiento de aguas grises se instalaron 16 biofiltros en las colonias Solidaridad y Santa Úrsula de Temixco. El agua tratada se podrá reutilizar para el riego de frutales y plantas de ornato y para otros usos que no impliquen el consumo humano.



Cisterna de captación pluvial en la colonia Ampliación Miguel Hidalgo, Xochitepec.



Sanitario ecológico seco en la colonia Santa Úrsula de Temixco.

- **Valor económico del agua en acuíferos**

Para atender el grave problema que representa el abatimiento de los acuíferos y con ello su viabilidad es necesario darle al agua subterránea su justo valor y asignarla de manera eficiente. Para ello se desarrolló el proyecto *Metodología para estimar el valor económico del agua en acuíferos, considerando la componente ambiental*.

La metodología consistió en el diseño y aplicación de una prueba piloto para el acuífero del valle de Cuernavaca, definiéndose como objeto de valoración la cantidad de dinero que los usuarios del agua subterránea estarían dispuestos a pagar por conservar un determinado volumen de agua. De esta manera se estableció que los usuarios deberían optar por reducir sus consumos, modificar sus conductas y aceptar un programa de conservación que revierta paulatinamente el abatimiento del acuífero.

Para obtener la apreciación económica del agua subterránea, valiéndose del método de Valoración Contingente, se aplicó un cuestionario a una muestra probabilística de 208 viviendas y treinta industrias. Con esta acción se obtuvo una media de disposición de un pago mensual de \$61.39 para los usuarios domésticos y de \$871 para la industria. Se determinó que el valor del agua subterránea es alto y que seguirá creciendo, en el largo plazo, para escenarios de explotación progresiva por parte de los sectores económicos, la sociedad y el medio ambiente.

**Porcentaje de hogares que expresaron disposición a pagar.**

Tipo de respuesta	Núm.	
	hogares	%
Sí	117	56.25
No	91	43.75
Total de hogares	208	100.00

## Chiapas

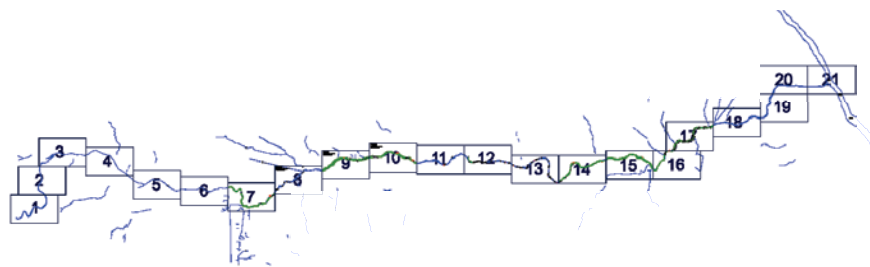
- **Uso eficiente del agua y saneamiento urbano en Chiapas**

En el marco de diversos convenios con el gobierno del estado, la presidencia municipal de Tuxtla Gutiérrez, el Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de la propia ciudad y el Organismo de Cuenca de la Frontera Sur de la CONAGUA, se realizó un conjunto de acciones para mejorar las condiciones de agua y saneamiento de Tuxtla Gutiérrez.

Para el saneamiento del río Sabinal se integró un inventario de las descargas de aguas residuales directas a este cauce y sus afluentes, y se llevó a cabo una

caracterización espacial de su grado de contaminación. Con ello se determinó que la zona más afectada va desde el centro de Tuxtla hasta las inmediaciones de la planta Paso Limón, y que las descargas que recibe la zona terminal del río se deben a fallas en los colectores marginales. Para resolver estos problemas se ejecutan trabajos para rehabilitar dichos colectores y las plantas de bombeo, lo que beneficiará a más de 50,000 habitantes.

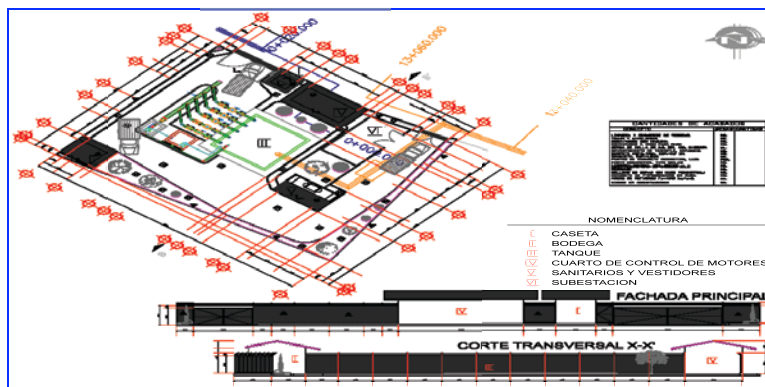
Por otra parte se apoya y participa en la supervisión técnica de la construcción de diversas obras proyectadas por el IMTA como son líneas de agua potable, plantas de bombeo y tanques de regulación. Esta infraestructura con una capacidad instalada de 3.2 m<sup>3</sup>/s garantizará un suministro continuo a 700,000 habitantes de las ciudades de Tuxtla Gutiérrez, Chiapa de Corzo y Berriozábal.



Disposición de secciones para levantamiento de información sobre descargas y embovedados a lo largo del río Sabinal.



Vista de una descarga de agua residual al río Sabinal.



Arreglo de conjunto de la PB1 La Carreta.

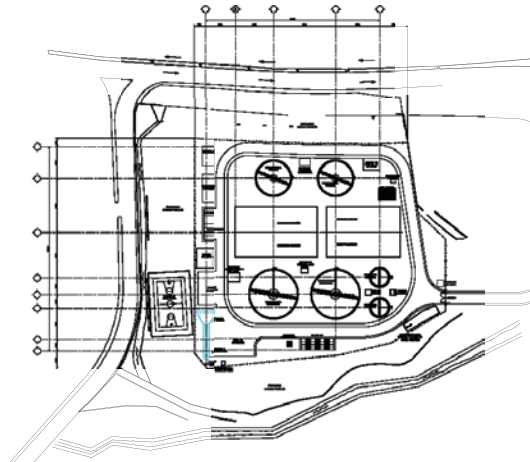


Vista del Tanque Granjas Alto en construcción.

- **Saneamiento de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez**

Dentro del marco del Programa Municipal Sabinal Río Limpio, se realizó para el Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Tuxtla Gutiérrez el *Estudio integral para el saneamiento de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez*, mediante el cual se determinó que es necesario implementar en el Parque Tuctlán una nueva planta de tratamiento de aguas residuales con un gasto medio de 320 L/s y rehabilitar la planta de tratamiento Paso Limón.

Durante el segundo semestre se apoyó al organismo operador con el fin de solicitar el registro del proyecto ante la Unidad de Inversión de BANOBRAS para su licitación. El número de solicitud asignado fue el 26365. Asimismo se obtuvo el registro con clave 0916B000282 en la Cartera de la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.



Proyecto funcional de la planta de tratamiento de aguas residuales Tuctlán.

- **Módulos demostrativos de drenaje agrícola**

En el área de influencia de las cuencas de los ríos Huixtla, Huehuetán y Coatán, Chis., se presenta una condición muy marcada de problemas de exceso de humedad en los suelos. Con el objeto de contrarrestar sus efectos negativos en la

parte baja de la cuenca del río Huixtla, el Instituto, en convenio con la CONAGUA, realizó el proyecto ejecutivo para la construcción de 5 km de drenes interceptores, el cual consistió en: trazo y perfil longitudinal de los drenes interceptores, diseño de la sección hidráulica y adecuación de los drenes. Con ello se mejoraron 650 ha, beneficiando a 98 ejidatarios y a la población en general y se validó la tecnología que ofrece el Instituto.

En la parte baja de la cuenca del río Huehuetán, la humedad afecta a cultivos como el cacao durante los meses de junio a noviembre. En este caso, el Instituto realizó el proyecto ejecutivo para la construcción de 3 km de drenes superficiales parcelarios el cual consistió en: trazo y perfil longitudinal de los drenes interceptores, diseño de la sección hidráulica y adecuación de los drenes.

En la parte baja de la cuenca del río Coatán los excesos de humedad durante los meses de junio a noviembre afectan a cultivos como la soya. En esta zona el Instituto realizó el proyecto ejecutivo para la construcción de un sistema de drenaje subterráneo parcelario controlado en una superficie de 6 ha. El proyecto consistió en el diseño del sistema de drenaje subterráneo parcelario controlado: separación entre drenes a diez metros con descargas directas al dren a cielo abierto con la finalidad de realizar la evaluación hidráulica; a veinte metros conectados a colector parcelario, llegando a la estructura de control para descargar al dren a cielo abierto, y a treinta metros conectados a colector parcelario, llegando a una estructura de control para descargar al dren a cielo abierto.



a



b



c

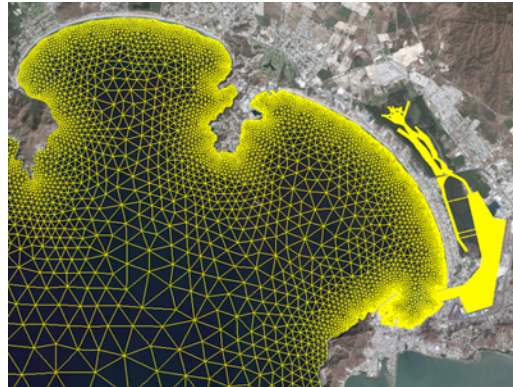
a) Problemas de exceso de humedad en la parte baja de la cuenca del río Huixtla; b) Enfermedades en cacao provocadas por exceso de humedad en la cuenca del río Huehuetán; c) Exceso de humedad en terreno con cultivo de soya en la cuenca del río Coatán.

## Colima

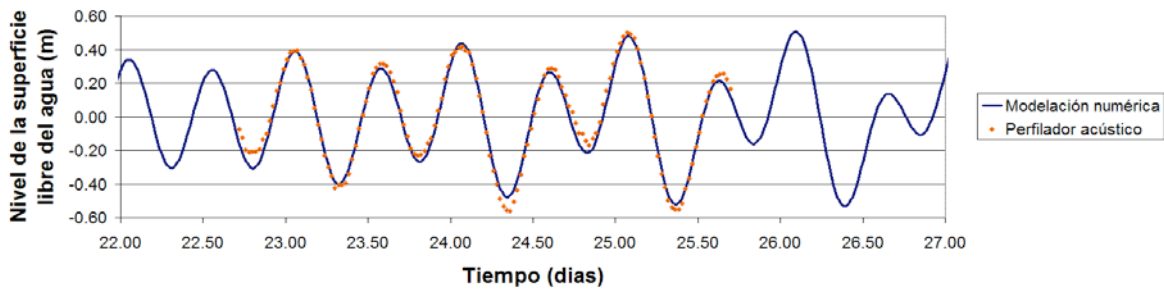
- **Análisis hidráulico-ambiental en Manzanillo, Colima**

A solicitud de la Administración Portuaria Integral del Puerto de Manzanillo, el IMTA realizó un diagnóstico del funcionamiento hidrodinámico de la apertura del canal que comunica a la dársena de San Pedrito con la laguna de Las Garzas. Una vez realizados los estudios correspondientes se comprobó que existe circulación e intercambio de masa de agua entre ellas. Adicionalmente, se definieron las zonas de preferencia de hábitat dentro de la laguna de acuerdo a

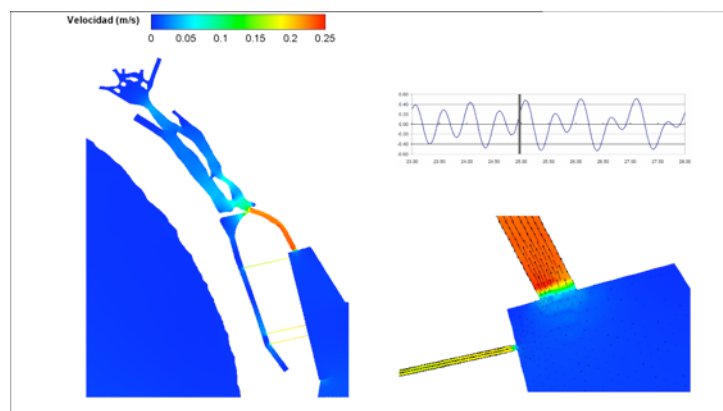
diferentes condiciones de salinidad para las épocas de estiaje y de lluvia. Este diagnóstico se utilizará en la rehabilitación de la laguna y la ampliación del puerto.



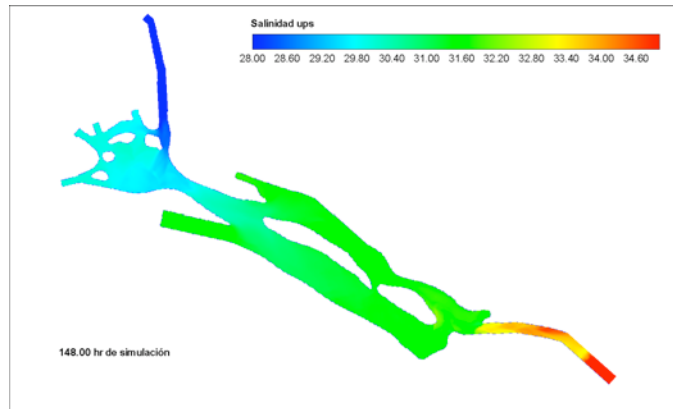
Aspecto parcial de la malla geográfica que abarca la bahía de Manzanillo, la dársena de San Pedrito y la laguna de Las Garzas.



Comparación de mareas medidas y simuladas.



Campo de velocidades simuladas para el 24 abril de 2009 a las 23:00 horas.



Simulación del campo de masa de la laguna de Las Garzas para la concentración de salinidad después de 148 horas.

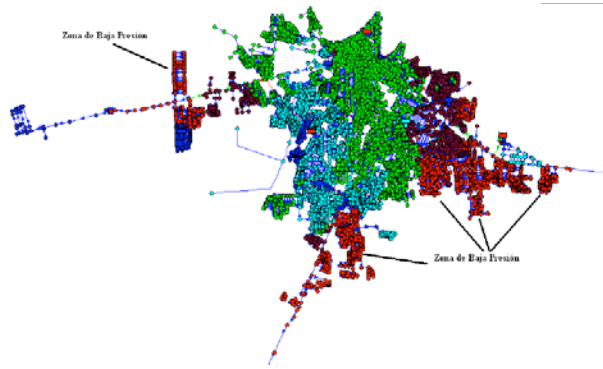
## Tamaulipas

- **Red de agua potable de Matamoros**

A solicitud de la Junta de Agua y Drenaje de Matamoros, y con el fin de mejorar y hacer más eficiente la conducción y distribución del agua potable, se amplió la red en dos sectores, para dar servicio a la zona industrial de la ciudad y a 50,000 habitantes. Este trabajo se complementó con la actualización del modelo de simulación hidráulica de la red y un estudio para evaluar el impacto derivado de la incorporación de la línea de conducción hacia el poblado El Mezquital. Esta conducción, con una longitud de 65 km que surte a los poblados El Pereño, San Lorenzo, La Escondida, El Caracol, Guajardo, Higuierillas y El Mezquital, se conectará en la zona sur de la red de distribución de Matamoros y beneficiará a 8,000 habitantes.



Tanque El Mezquital, Tamaulipas.



Simulación en la que se identifican, en color rojo, las zonas de baja presión.

## Chihuahua

- **Infraestructura hidráulica de la ciudad de Chihuahua**

Como parte de la colaboración con la Junta Central de Chihuahua y la Junta Municipal de Chihuahua se realizó el diagnóstico, la modelación y la planificación de sectores en la red de distribución de agua potable. Para ello se analizó, tanto cuantitativa como cualitativamente, la infraestructura de distribución; se llevó a cabo un estudio hidráulico de la red de distribución para optimizar su operación y planificar los programas de inversión, y con ello alcanzar una mayor eficiencia global y brindar un mejor servicio.

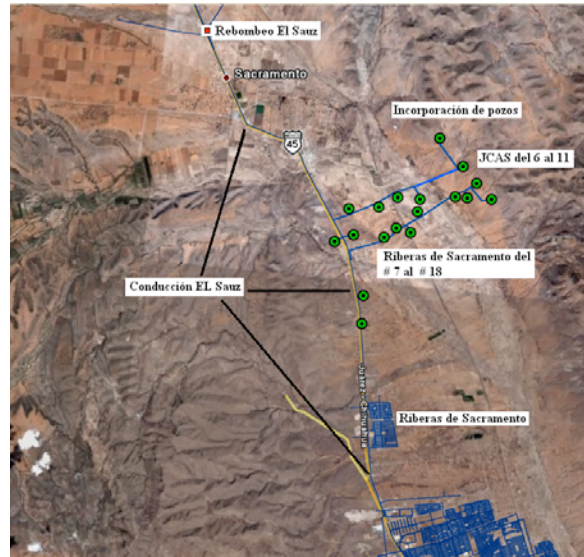
Como parte de estas actividades se diseñaron 683 distritos hidrométricos y ochenta macrosectores y se determinó una inversión de \$392 millones para la sectorización, que requiere de 368.2 km de tubería nueva (12.7% de la longitud actual de red). Por último se efectuó el análisis hidráulico de la conducción El Sauz, identificándose la posibilidad de incorporar 19 pozos para incrementar su caudal máximo en 604 litros por segundo.



Diseño de distritos hidrométricos.



Análisis hidráulico y transitorio.



Vista en planta de los pozos por incorporar a la conducción El Sauz.



Recorrido en campo y análisis de las estructuras de protección.

## Puebla

- ***Sistema Operador de Agua Potable y Alcantarillado de la Ciudad de Puebla (SOAPAP)***

Se llevó a cabo el proyecto *Asesorías y evaluaciones en temas de desarrollo institucional y autosuficiencia financiera*. Para ello se analizaron los temas operativos, administrativos, técnicos y económico-financieros, y se realizaron recomendaciones en torno a: negociación de subsidios federales; Plan Integral de Desarrollo Hidráulico y Disponibilidad de Agua; revisión tarifaria; mejoras comerciales; ampliación de las prácticas de micromedición; mejora del desempeño institucional, y perfeccionamiento del sistema de información, así como acciones de mejora y análisis comparativos de otros sistemas operadores.

También se atendieron problemas específicos y consultas diversas del SOAPAP, generando informes detallados para cada temática. Se orientó y capacitó al

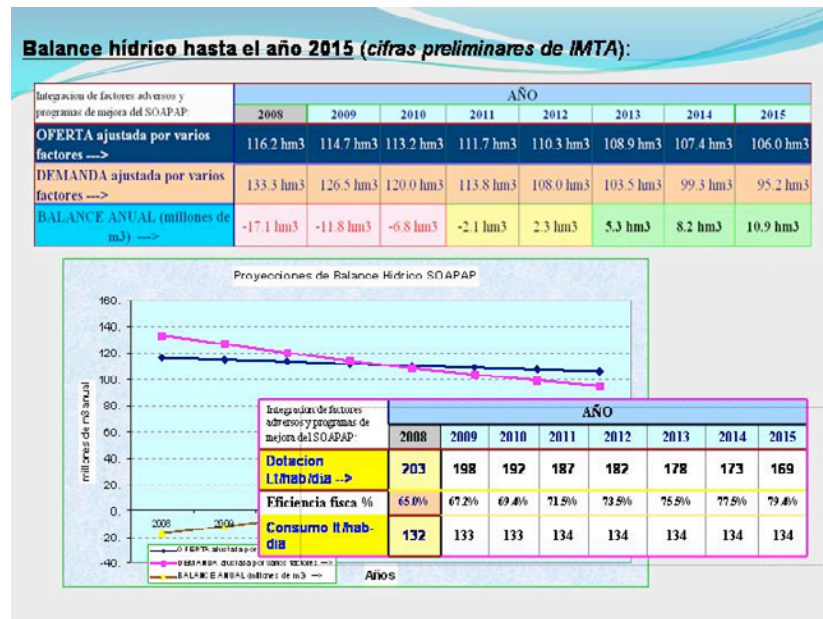
personal en tareas de integración y análisis de información técnica, manejo financiero, atención a clientes, y micromedición. Se sugirieron mejoras a manuales de procedimientos internos y modificaciones amplias a la estructura de tarifas que incluye una mejor fórmula de indexación y actualización en beneficio de los usuarios.

Asesorías y evaluaciones en temas de desarrollo institucional y autosuficiencia financiera para el SOAPAP. **SEMARNAT** SECRETARÍA DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

**Comparación de Tarifas 2009 y 2010 (Volumétricas)**

Servicio Medido propuesta para 2010						
Tipo de usuario y rango de consumo	Número de tomas	Importe BIMESTRAL \$/toma bimestre	Recaudación medida (Millones \$ /bimestre)	Ingreso anual millones (\$)	Distribución ingresos %	
<b>HABITACIONAL</b> 152,740						
0 a 10	7.0	21,554	46.11	0.994	6.0	3.0%
10 a 15	13.0	39,687	91.65	3.637	21.8	10.9%
15 a 20	17.0	28,548	170.83	4.877	29.3	14.6%
20 a 30	24.0	37,826	276.85	10.472	62.8	31.3%
30 a 40	34.0	8,136	419.59	3.414	20.5	10.2%
40 a 60	47.0	5,710	586.43	3.348	20.1	10.0%
60 a 100	75.0	999	994.50	0.994	6.0	3.0%
100 a 200	135.0	0	1,785.10	0.000	-	0.0%
200 a 500000	350.0	285	4,631.54	1.322	7.9	4.0%
<b>COMERCIAL, INDUSTRIAL e INSTITUCIONAL</b> 10,407						
De 0.01 a 20	15.0	6,235	127.06	0.792	4.8	2.4%
De 20.01 a 40	30.0	1,960	247.12	0.484	2.9	1.4%
De 40.01 a 60	50.0	0	484.62	0.000	-	0.0%
De 60.01 a 80	70.0	0	798.89	0.000	-	0.0%
De 80.01 a 100	90.0	2,488	1,245.52	3.074	18.4	9.2%
De 100.01 a 2000	150.0	0	2,588.20	0.000	-	0.0%
<b>tal o PROMEDIO</b>	<b>20.6</b>	<b>153,147</b>	<b>218.14</b>	<b>33.4</b>	<b>200.4</b>	<b>100.0%</b>

Propuesta de tarifas medidas para 2010, para el SOAPAP.

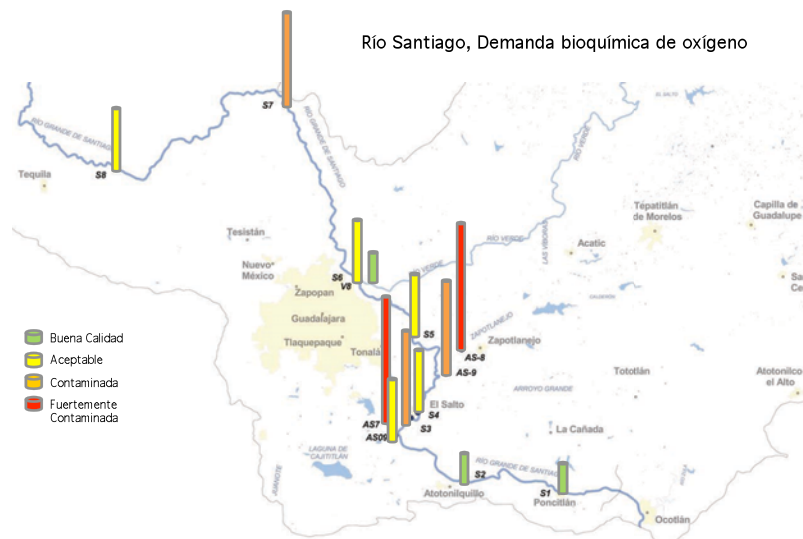


Balance hídrico propuesto para SOAPAP hasta el año 2015.

## Jalisco

- **Clasificación del río Santiago**

A solicitud de la Comisión Estatal del Agua de Jalisco, se realizó el proyecto *Estudios complementarios para la clasificación del río Santiago, Jalisco (desde su nacimiento en el lago de Chapala y hasta la presa Santa Rosa). Segunda Etapa*. En marzo y diciembre se efectuaron sendas campañas de muestreo en este tramo del río junto con sus afluentes principales: el río Zula y el río Verde. El trabajo consistió en aplicar cuatro grupos de parámetros de calidad del agua a 120 muestras tomadas en 34 sitios a lo largo del río y los afluentes mencionados, en 31 descargas municipales (considerando el influente y el efluente en 12 plantas de tratamiento), así como en 41 descargas industriales y pecuarias (considerando el influente y el efluente en dos de ellas). Los resultados de este estudio permitirán actualizar las condiciones particulares de descarga para ese cuerpo de agua.



Demanda bioquímica de oxígeno en el río Santiago.

## Tabasco

- **Rehabilitación de plantas potabilizadoras**

El Sistema de Agua Potable y Saneamiento del Municipio de Centro solicitó al IMTA la evaluación de las plantas potabilizadoras La Isla (250 L/s) y Parrilla (500 L/s) para verificar su eficiencia y el cumplimiento de la calidad del agua tratada de acuerdo con la Modificación a la NOM-127-SSA1-1994. Como resultado de la calidad del agua tratada, se obtuvo que La Isla sí cumple con la norma, mientras que Parrilla no cumple con el parámetro del aluminio. Con respecto a la eficiencia de tratamiento de las unidades que conforman el tren de tratamiento no fue el óptimo según criterios de diseño, por lo que se realizó el proyecto ejecutivo para la

rehabilitación de las unidades de proceso de las dos plantas anteriormente mencionadas.



Pruebas de trazadores en el sedimentador de la planta potabilizadora Villa Parrilla, municipio de Centro, Tabasco.

## Nayarit

- **Asesoramiento tecnológico**

El IMTA realizó actividades de supervisión, asesoría y capacitación para la instalación de sistemas de drenaje en una superficie de 2,600 ha en el Módulo de Riego III de la Margen Derecha del río Santiago del DR 043 Estado de Nayarit.

Como resultado se observó que a partir de una muestra de 88 colectores y drenes supervisados, el 20% (18 perfiles) estaban mal instalado, por lo que se instó a su reposición. Adicionalmente se hicieron las recomendaciones siguientes: colocación de señalamientos, replanteamiento de algunos diseños, remplazo de maquinaria y equipo que no cumplía con los requerimientos de potencia y normas de drenaje, reposición de las protecciones de las descargas que mostraban socavación, cierre hermético de las uniones entre colectores y drenes, colocación de estructuras de control. Asimismo se sugirió no instalar unas válvulas que pretendían evitar la entrada de agua a los sistemas, ya que se consideraron innecesarias.

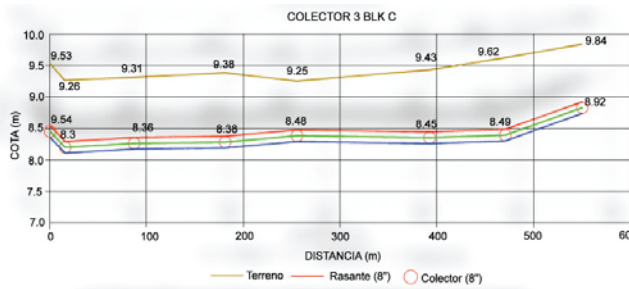
Por otra parte se impartieron cuarenta horas de capacitación a 32 productores y 29 técnicos cuya preparación beneficiará a 538 usuarios de los sistemas de drenaje. También se elaboró la *Guía para la instalación y supervisión de sistemas de drenaje parcelario subterráneo*, misma que se entregó a los capacitandos.



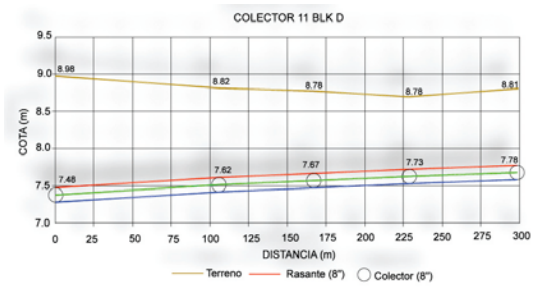
Taller de capacitación en aula.



Taller de capacitación en campo.



Colector subterráneo parcelario con deficiencias de instalación.



Colector subterráneo parcelario instalado correctamente.



Portada de la *Guía para la instalación y supervisión de sistemas de drenaje parcelario subterráneo.*

## Trabajos de colaboración con organismos no gubernamentales

- **Agua y saneamiento**

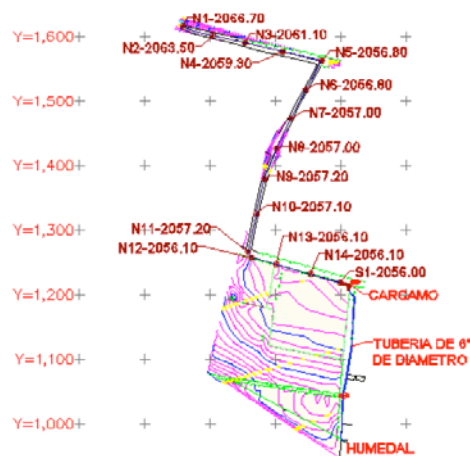
Como parte del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, llevado a cabo junto con la Fundación Gonzalo Río Arronte, se realizó un proyecto ejecutivo para la renovación de la red de agua potable de la localidad de Jarácuaro, que beneficiará a 2,200 habitantes, de los cuales 500 carecen del servicio. Asimismo se realizó el proyecto ejecutivo del colector Salazar-humedal de Erongarícuaro, que ampliará la cobertura de drenaje en un 10%, beneficiando a 500 habitantes y contribuyendo al saneamiento del Lago.



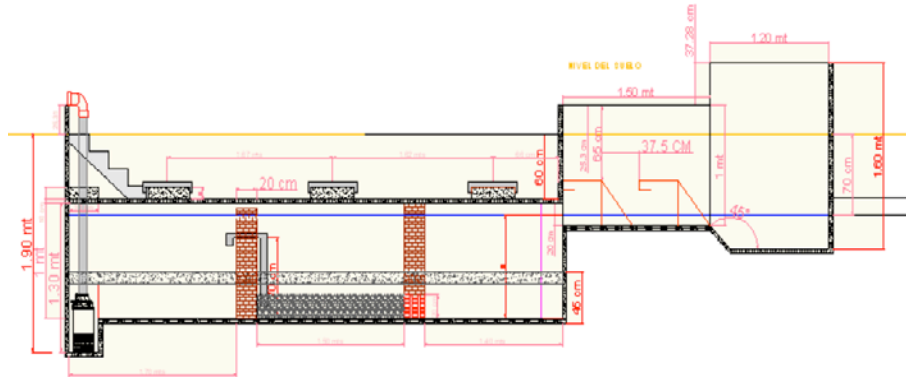
Vista aérea de Jarácuaro.



Diseño de la red de distribución de Jarácuaro.



Trayectoria definida del colector.



Unidad de pretratamiento y cárcamo de bombeo.

- **Transferencias de tecnologías apropiadas**

Se incrementó en 290,000 litros la infraestructura de almacenamiento, tanto en vivienda como en la comunidad, de San Jerónimo Purenchécuaro. Se implementaron y pusieron en operación modelos comunitarios de captación, almacenamiento y tratamiento de agua de lluvia para consumo humano en Arócutin, San Francisco Uricho y Napízaro, municipio de Erongarícuaro; en ambas comunidades se aseguró el agua para consumo humano en cantidad (4 L/hab/día) y calidad de acuerdo con normatividad. Los beneficios se extienden a una población rural de 1,000 habitantes.



Cisternas comunitarias (100,000 litros) en San Jerónimo Purenchécuaro.



Almacenamientos (100,000 litros) y planta de tratamiento en Napízaro, Erongarícuaro.

- **Sistemas de riego de bajo costo para pequeñas zonas de riego**

Con la entrada en operación de sistemas de riego por gravedad, con niveles de eficiencia global del 70% y de bajo costo, en las comunidades de El Rodeo, El Jagüey y Las Cuevas, Tzintzuntzan, se potenció el desarrollo de la agricultura de la zona e incrementó la eficiencia en el uso y manejo del agua de riego en el módulo Lázaro Cárdenas. Las áreas tecnificadas alcanzan una superficie cultivable de 90 ha. Cabe resaltar que se trata de una importante innovación tecnológica para la región.



Etapa de llenado del tanque de descarga de fondo para riego parcelario en El Jagüey, Tzinzunzan.

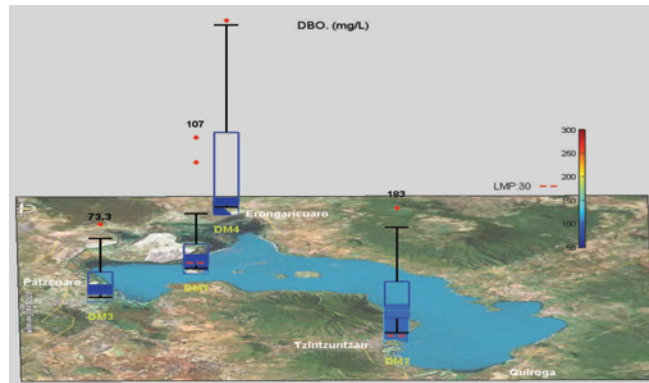


Aplicación del riego en surcos mediante tubería de compuerta de 4 pulgadas.

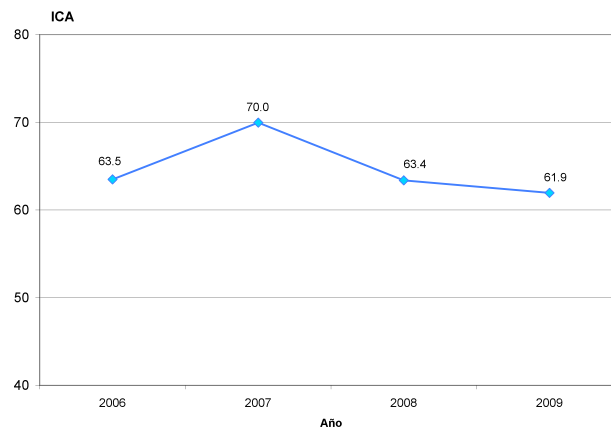
- **Monitoreo de calidad del agua**

Se desarrolló el proyecto *Monitoreo de la calidad del agua y de las descargas del lago de Pátzcuaro, tercera etapa*, que consistió en efectuar seis campañas de monitoreo. Los resultados más relevantes obtenidos indican que ninguna descarga municipal de las monitoreadas cumple con los límites máximos permitidos para la demanda bioquímica de oxígeno en cinco días (NOM-001-SEMARNAT-1996). La descarga que presentó mayor contaminación es la de Tzintzuntzan, seguida de las de la isla de Janitzio, Erongarícuaro, Quiroga y Pátzcuaro. No se registró toxicidad en ninguno de los niveles tróficos analizados dentro del Lago (bacterias, fitoplancton, zooplancton, y peces). Sin embargo, se detectó la presencia de microcystinas en todas las estaciones de muestreo, por lo que la calidad del agua puede empezar a alterar su condición tóxica.

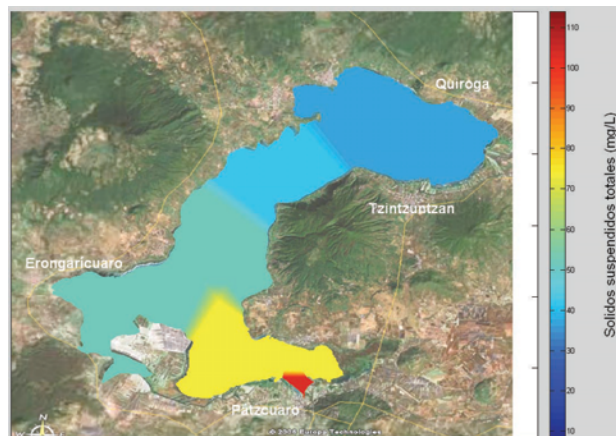
La evolución del Índice de Calidad del Agua (ICA), entre 2006 y 2009, presentó un promedio de 65.5 unidades, lo que indica que la calidad del agua del Lago se mantiene en condiciones promedio muy semejantes entre 62 y 70 unidades, que permiten clasificar al sistema acuático como levemente contaminado y propicio para uso agrícola y de calidad aceptable para los usos de pesca y recreación. La tendencia a la disminución del nivel de agua en el lago, así como los incrementos de florecimientos algales y sólidos suspendidos totales, explican, entre otras variables, la disminución de la transparencia del agua en el mismo periodo.



Demanda bioquímica de oxígeno en las descargas monitoreadas del lago de Pátzcuaro.



Promedios anuales del ICA de 2006 a 2009, lago de Pátzcuaro que indican calidad aceptable para usos de pesca, recreación y agrícola.



Sólidos suspendidos totales en el lago de Pátzcuaro.

- **Tecnologías apropiadas**

Se cuenta con un área demostrativa de tecnologías apropiadas para el manejo integral del agua (modelo de espacio ecológico de educación ambiental) en el

municipio de Pátzcuaro, y con las propuestas de los planos para el correspondiente en el municipio de Quiroga.

- **Memoria ilustrada**

Se editó la *Memoria ilustrada del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro 2003-2008*, impresa en 2009 con un tiraje de 1,000 ejemplares, que da cuenta del desarrollo de los proyectos y sus resultados desde el inicio del Programa.

- **Vivero regional autosuficiente de especies forestales y no forestales**

Dentro del vivero regional de la Comisión Forestal de Michoacán en Pátzcuaro se consolidó la operación de un módulo tecnificado, construido con tecnología de punta, que se sustenta en el diseño de un contenedor que garantiza un profuso sistema radical, así como un óptimo crecimiento de las plantas, propiciado por un sistema de riego automatizado que distribuye homogéneamente agua y otros insumos.

En dicho módulo se reprodujeron 564,000 plantas de las especies *Pinus greggii* y *Pinus pseudostrobus*, cuya alta calidad se conoce con el nombre de “planta plantable”. Ambos productos poseen las características más deseables: altura de 25-30 cm, tallo bien lignificado y con grosor mayor a 5 mm, buena distribución de raíces laterales, eje central bien definido, abundantes puntos de crecimiento y una bien proporcionada superficie aérea con respecto de las raíces y una apariencia vigorosa. Con esta acción se asegura una alta supervivencia de los árboles recién plantados, que es uno de los aspectos más críticos en la reforestación de la cuenca del lago de Pátzcuaro. Estos resultados son extrapolables a otras regiones y cuencas del país.



Módulo tecnificado de producción de plantas de calidad para la cuenca del lago de Pátzcuaro.

- **Calibración de molinetes**

Como parte de los servicios directos a usuarios se realizó el mantenimiento y la calibración de 375 molinetes de diferentes tecnologías provenientes de la CONAGUA, la CFE y diversas empresas.



Modelo Price

Modelo mecánico

Modelo horizontal

- ***Transferencia de tecnologías apropiadas en la huasteca potosina***

Con apoyo del Fondo para la Paz, se realizó la transferencia de tecnología para la construcción de 118 cisternas con autocaptación para almacenamiento de agua de lluvia: 22 con capacidad de 50,000 litros, una de 20,000 litros y 95 de 11,000 litros en las comunidades de El May y Malilijá, municipio de Tanlajás y Pokchich y Santa Martha, municipio de San Antonio. Esto representa una capacidad de almacenamiento de 2,165,000 litros distribuida en 226 viviendas, con un beneficio para 938 habitantes.



Cisterna de 50,000 litros y sistema de captación en Santa Martha.



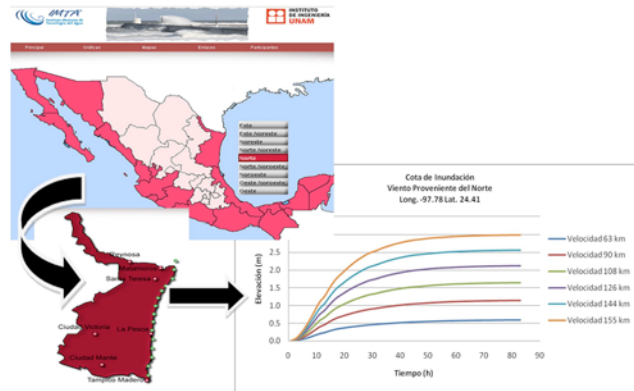
Cisterna de 11,000 litros y sistema de captación en Malilijá.

- ***Zonas en peligro de inundación en las costas de México***

Cada año nuestro país se ve afectado por el paso de ciclones tropicales en ambos litorales que generan daños por viento, precipitación, oleaje y marea de tormenta. Sin embargo, no existen estudios sistemáticos que brinden diagnósticos y pronósticos tanto a la sociedad en general como a los tomadores de decisiones para evaluar zonas con potencial de riesgo. Por ello, el IMTA, en colaboración con el Instituto de Ingeniería de la UNAM, realizó un estudio de la dinámica que genera la sobre elevación del nivel del mar, asociada con la marea de tormenta, utilizando bases de datos de trayectorias e intensidades de huracanes.

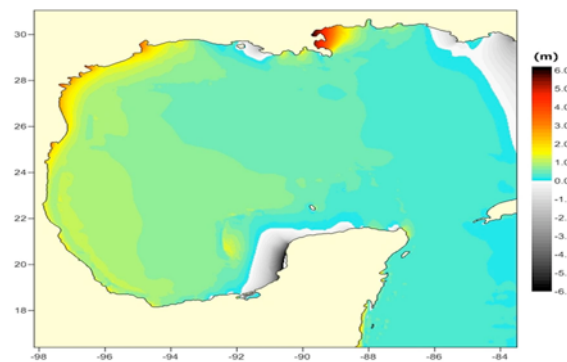
Mediante la aplicación de simulaciones numéricas de marea de tormenta, bajo las condiciones observadas de 1950 a 2007 (intensidades y direcciones de viento), se

generó, para ambos litorales, una base de datos zonificados de la sobreelevación del nivel del mar esperada ante ciclones tropicales con características conocidas.



Ejemplo de secuencia para consultar marea de tormenta asociada a viento proveniente del Norte en costas de Tamulipas.

Ejemplo de secuencia para consultar marea de tormenta asociada a viento proveniente del norte, en costas de Tamulipas.



Ejemplo de sobre elevación del nivel de mar simulado asociado a viento proveniente del Este y velocidad de 155 km/h para el Golfo de México.

Ejemplo de sobreelevación del nivel de mar, simulado y asociado con viento proveniente del este con velocidad de 155 km/h para el Golfo de México.

- **Sistemas de drenaje agrícola para tres empresas de Sinaloa**

El IMTA instituyó el Programa de Reconocimiento de la Calidad de Productos y Servicios del Sector Agua, que busca, a través de la evaluación de la conformidad de una norma de producto y de sistemas de control de calidad, reconocer mediante un documento el impulso de la calidad de productos y servicios del sector agua. En este sentido, a solicitud de tres empresas de Sinaloa, dos de Los Mochis y una de Culiacán, se evaluaron los servicios de diseño e instalación de sistemas de drenaje agrícola subterráneo entubado.

Cada evaluación se realizó con base en las normas NMX-O-170-SCFI-2003 *Lineamientos generales para proyectos de diseño de sistemas de drenaje agrícola subterráneo entubado* y NMX-O-184-SCFI-2004 *Lineamientos generales para la*

*instalación de sistemas de drenaje agrícola subterráneo entubado* elaboradas por el Comité Técnico de Normalización Nacional de Sistemas y Equipos de Riego.



Evaluación documental de los servicios de diseño e instalación de sistemas de drenaje agrícola subterráneo entubado a empresas en Los Mochis.



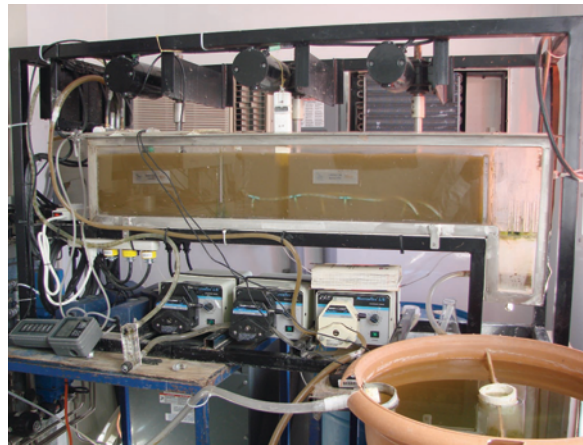
Evaluación de la instalación de un sistema de drenaje agrícola en Culiacán.

- **Asesoría a Termoeléctrica de Mexicali**

A solicitud de esta empresa se efectuó el proyecto *Evaluación de alternativas para aumentar la remoción de nitrógeno total en la planta de tratamiento y proponer modificaciones al proceso de desnitrificación* para disminuir la concentración de nitrógeno total a menos de 5 mg/L. Para esto, se realizaron dos pruebas piloto. En la primera, el reactor aerobio operó con aeración intermitente para que funcionara de manera anóxica por cortos periodos. En la segunda se implementó una recirculación de agua clarificada a la zona anóxica. A temperaturas superiores a los 25 °C, los resultados mostraron que una recirculación interna no favorece la remoción de nitratos.

En relación con la aeración intermitente, al observarse inicios de condiciones anaerobias, se redujo el ciclo de tres a una hora. De esta manera, una relación aeración-anoxia entre 0.6 y 0.7 proporciona un efluente con nitratos y amoníaco de 2 y 3 mg/L, respectivamente. A temperaturas inferiores a 25 °C la aeración intermitente proporcionó una concentración de amoníaco de 0 mg/L. Sin embargo,

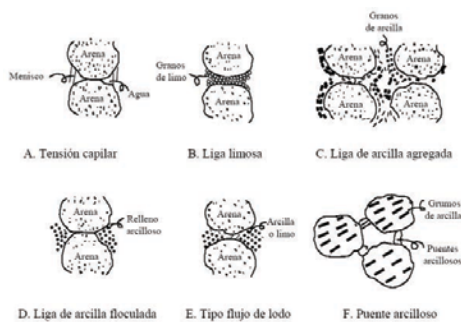
la concentración de nitratos fue superior a los 10 mg/L, lo que indica que el proceso de desnitrificación se inhibe a temperaturas bajas, ya que la actividad de las bacterias desnitrificantes disminuye.



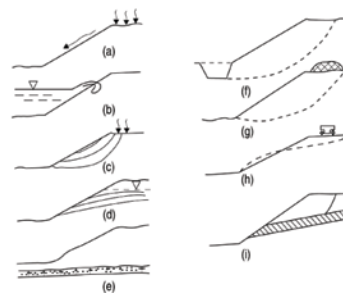
Planta piloto para la evaluación de alternativas para aumentar la remoción de nitrógeno total en la planta de tratamiento.

- **Atenuación de los efectos de las inundaciones en zonas urbanas**

Con el fin de abordar la problemática asociada con sistemas de protección en ríos ante inundaciones se abrió un proyecto interno para revisar el estado del arte y realizar estudios experimentales para generar recomendaciones que mejoren el diseño y la estabilidad de los bordos de protección y las estructuras para minimizar sus fallos. Con ello se incrementará la seguridad y se reducirán los riesgos de desbordamiento de ríos y las consecuentes inundaciones de zonas urbanas. Como resultado se cuenta con información para determinar coeficientes de arrastre en sistemas de protección contra la erosión de cauces y con criterios para el diseño de vertedores tipo abanico.



Estructuras típicas de suelo colapsable.



Mecanismos de falla de taludes.

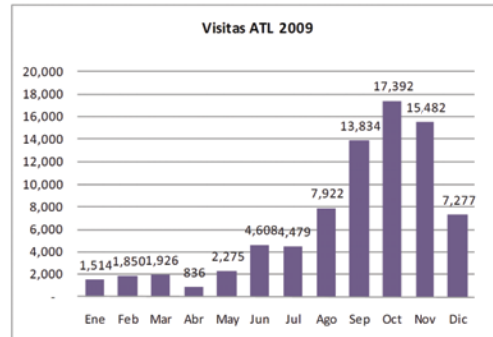
## Cooperación técnica internacional

• UNESCO

Cátedra UNESCO-IMTA, El Agua en la Sociedad del Conocimiento

A partir de la instalación de la Cátedra se han llevado a cabo diversas actividades, entre las que destacan:

La operación y fortalecimiento de *Atl: El Portal del Agua desde México*, medio electrónico mediante el cual la Cátedra cumple con su objetivo asociado a la información y documentación de su campo de estudio. El Portal ATL se mantuvo en el segundo lugar en visitas mensuales de la Red de Sitios IMTA. Con el número de visitantes acumulados en diciembre, llegó a los casi 80,000 visitantes anuales esperados, que significan más de cuatro veces los estimados en 2008.



También, la gestión y expansión de la Red de Especialistas, Expertos e Investigadores (REEI) de la Cátedra, creó un espacio de colaboración e intercambio de información con respecto al agua y la sociedad del conocimiento. Hasta el momento cuenta con 36 miembros. Se creó el *Boletín de Novedades Atl* a fin de mantener informados tanto a los miembros de la REEI como a otras audiencias y se envió a 1,315 personas.



Asimismo, se celebró el *Seminario Anual 2009, Información y conocimiento del agua: Prioridad mundial*. Esta reunión anual se organizó el presente año bajo el tema “Información y conocimiento del agua: prioridad mundial”, con las mesas: Información y comunicación sobre el agua en la sociedad del conocimiento; Información para la gestión y gobernabilidad del agua, y Acceso al conocimiento hídrico.



Para reforzar esta labor de diseminación de conocimiento se creó un sitio que facilitó la organización del Seminario en el que participaron tres conferencistas y veinte panelistas con más de setenta asistentes. Las memorias de esta reunión constituyen una importante contribución al estudio del agua en la sociedad del conocimiento.



De igual forma, los resultados de la Cátedra incluyen la celebración del *Seminario para comunicadores: agua y meteorología en México* y el *Concurso de fotografía IMTA 2009*. De manera complementaria, se han desarrollado diversos sitios web temáticos íntimamente relacionados con la Cátedra, así como la investigación y publicación del libro *Cultura hidráulica y simbolismo mesoamericano del agua en el México prehispánico*

- **Unión Europea**

### ***Proyecto ANTINOMOS***

En colaboración con la Unión Europea se continuó con el proyecto *Red de conocimientos para resolver problemas reales del agua en países en vías de desarrollo: superando las diferencias y vacíos de conocimiento* (ANTINOMOS, por su abreviatura en inglés). 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. El objetivo principal de este proyecto para el periodo 2009 se centró en la evaluación de tecnologías del agua,

siguiendo la metodología planteada por la Unión Europea, lo que permitirá tener resultados comparativos de los países que conforman el consorcio que sustenta este proyecto.

También se trabajó en los componentes de análisis del marco institucional de administración y gestión del agua, balance de los problemas reales del agua y sus retos; examen de las tecnologías y prácticas globales y locales de abastecimiento y saneamiento del agua. Con base en esta revisión se realizaron diez evaluaciones preliminares de tecnologías. Para ello se revisó, con los usuarios y operadores, el desempeño de la tecnología de acuerdo con los objetivos establecidos en su diseño inicial; se examinó su funcionamiento y la operación de la tecnología; se evaluó la existencia de riesgos ambientales, higiénicos y de salud; se estudió el grado de adopción social y las razones del fracaso o éxito de la transferencia tecnológica. Las localidades visitadas fueron: en Morelos, Ajuchitlán y Villa Nicolás Zapata, San Juan Tlacotenco; en Michoacán, La Vitela, San Pedro Pareo, Santa Fe de la Laguna, Quiroga y Cucuchucho; en el Estado de México, Texcoco. Adicionalmente se hicieron mediciones de la calidad del agua en comunidades seleccionadas, como parte de la metodología, incluyendo los lugares seleccionados por la Facultad latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), que también es miembro del consorcio del proyecto.



Trabajo de campo para evaluación de tecnologías seleccionadas.

### **Proyecto VIVACE**

En coordinación con la Unión Europea, el IMTA inició el proyecto *Servicios viables y vitales para el manejo de recursos naturales en América Latina* (VIVACE, por su abreviatura en inglés). Los participantes del Consorcio Internacional de Investigación de este proyecto son: Universidad de Recursos Naturales y Ciencias de la Vida Aplicadas, Austria; Fundación Lettinga Asociados, Países Bajos; Politécnico de Bari, Departamento de Arquitectura y Planificación Urbana, Italia; Instituto Internacional para el Medio Ambiente y el Desarrollo, Reino Unido; Instituto Nacional del Agua, Argentina, y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México.

El proyecto se basa en la innovación técnica de conceptos para los servicios vitales y viables y en la integración analítica de enfoques y herramientas para el soporte de decisiones.

El proyecto dio inicio con un taller de planeación y programación de trabajo efectuado en el IMTA, con una posterior revisión de avances en la ciudad de Buenos Aires, Argentina. Mediante este proyecto se sistematizaron y revisaron diversos programas públicos que cumplen con las necesidades de investigación del proyecto y se seleccionaron algunos para iniciar el análisis planteado. Se realizó el estudio de línea base de Xochimilco, que contiene, entre otros temas, las características socioeconómicas de la zona de estudio, la situación de infraestructura y servicios, conflictos existentes en la zona, principales actores e instituciones, ejercicios recientes de planificación participativa y planes y políticas para el área.



Delimitación de Xochimilco, zona de estudio de VIVACE.



Vista de las chinampas, Xochimilco.

#### • Estados Unidos de América

#### ***Comisión Internacional de Límites y Aguas entre México y los Estados Unidos (CILA)***

De conformidad con las medidas de cooperación para el río Colorado establecidas por ambos países, México y Estados Unidos de América han creado un Grupo Base Binacional compuesto por siete instituciones de cada país para implementar

acciones de cooperación conjunta para el uso de las aguas del río Colorado en las dos naciones.

El proceso conjunto de cooperación se desarrolla bajo los auspicios de la CILA, y su objetivo consiste en establecer un grupo internacional con representantes de los usuarios de nivel federal, estatal y de organizaciones expertas no gubernamentales de ambos países para explorar, identificar y finalmente implementar iniciativas relacionadas con la conservación de agua, manejo de escasez, aumento de agua y temas ambientales con beneficios binacionales en las áreas de usos ambientales, agrícolas y urbanos. Todos los proyectos y medidas conjuntas deben ser consistentes con el Tratado de Aguas de 1944, que asigna una porción de las aguas del río Colorado a México.

El Grupo Base Binacional estableció cuatro grupos de trabajo en búsqueda de acciones de cooperación en el mismo número de grandes áreas: Conservación, Nuevas Fuentes de Agua, Temas Ambientales y Operación del Sistema. El IMTA participa en las dos últimas.

Dentro de este contexto, el IMTA asesora a la CILA mexicana en materia de políticas de uso de las aguas del río Colorado, analizando las diversas propuestas que se han hecho en las reuniones binacionales correspondientes, mediante el uso de los modelos *Sistema de simulación del río Colorado* y *Planeación y evaluación del agua*.

Asimismo, el IMTA participa en reuniones con las áreas jurídicas de la SEMARNAT, la SRE, la CONAGUA y la CILA para evaluar la pertinencia de las acciones propuestas.

### ***Competitividad del Sector Agua***

Con financiamiento de la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, (USAID, por sus siglas en inglés), se llevó a cabo la *I Reunión Internacional de Competitividad del Sector Agua: Los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Urbanas* del 2 al 4 de septiembre. Con la participación de destacados investigadores, especialistas, técnicos y funcionarios de la gestión del agua a nivel internacional, se discutieron los elementos que determinan la competitividad vinculados al sector agua, y en especial a los servicios de agua potable y saneamiento. Asimismo se revisaron las relaciones entre competitividad, productividad y eficiencia en el Subsector Agua Potable, y sus posibles efectos en la competitividad nacional, regional y local.

Se determinó que la competitividad tiene relaciones directas con otras variables que son afectadas directamente por el desempeño de los organismos operadores de agua potable y saneamiento, como son la productividad, la eficiencia y la competencia, mismas que pueden ser consideradas como los tres vértices de la gestión eficiente. Asimismo, se analizaron los arreglos institucionales, el marco legal y regulativo, y la gestión de los operadores, incluidas la información y la

medición de su desempeño, por mencionar los más importantes, como factores de competitividad y eficiencia.

- **Japón**

### ***Tratamiento de aguas residuales***

En un esquema de cooperación a terceros, México y Japón, a través del IMTA y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA, por sus siglas en inglés), con el apoyo de la Secretaría de Relaciones Exteriores, organizaron el *Primer Seminario para la Detección de Necesidades Tecnológicas sobre Tratamiento de Aguas Residuales* con el propósito de estimular la disseminación de conocimiento y experiencias en el ámbito del tratamiento y aprovechamiento de aguas y lodos residuales en la región de América Latina y el Caribe para alcanzar las Metas del Milenio en 2015. Los países participantes fueron: Costa Rica, Colombia, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú y República Dominicana. Se presentaron como prioridades el intercambio de experiencias a través de foros y asesorías para el establecimiento de una legislación regional y la necesidad de brindar capacitación al personal técnico en sistemas no convencionales de tratamiento de aguas residuales de bajo costo de operación y de mantenimiento. Asimismo, durante este año se llevaron a cabo negociaciones con JICA para firmar un nuevo acuerdo de cooperación durante tres años para capacitar a técnicos en este último rubro.



Ceremonia de clausura del seminario.

## FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

- ***Posgrado en Ciencias y Tecnología del Agua***

Tres de los ocho estudiantes de la primera generación de la maestría en Ciencias y Tecnología del Agua, en su modalidad presencial, y dos de los 23 estudiantes de la maestría en Ciencias del Agua, modalidad a distancia, obtuvieron los grados académicos correspondientes. Asimismo, los seis estudiantes del doctorado en Ciencias y Tecnología del Agua, modalidad investigación, concluyeron los nueve cuatrimestres del plan de estudios.

Con el objeto de continuar apoyando la formación de recursos humanos en el sector hídrico, y bajo los auspicios del Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo sobre el Agua (CONAGUA-CONACYT), se llevó a cabo el proceso de selección e ingreso a la segunda generación del posgrado, en el que fueron aceptados 35 estudiantes: 19 en maestría y 16 en doctorado.



Exposición de un estudiante de maestría en su examen para obtener el grado académico.

- ***Revisión de proyectos ejecutivos de infraestructura hidroagrícola***

Para contribuir al fortalecimiento de las capacidades y conocimientos del personal que labora en los organismos de cuenca y en las direcciones locales de la CONAGUA, se homologaron los criterios y lineamientos técnicos utilizados por la Gerencia de Proyectos de Infraestructura Hidroagrícola (GPIH) en la revisión de proyectos ejecutivos. Para ello se desarrollaron una serie de cápsulas técnicas con los principales criterios a considerar. Este proyecto culminó con la impartición de un taller presencial con sesenta participantes.



Sesión presencial, considerada también como la reunión nacional de la GPIH en el centro de capacitación del IMTA.



Participantes en la reunión nacional de la GPIH, 2009.

- ***Transferencia tecnológica para comunidades rurales marginadas***

Como parte del proceso de transferencia y apropiación de paquetes de tecnologías apropiadas en materia de agua y saneamiento a nivel unifamiliar se llevaron a cabo treinta talleres (a los que asistieron 455 participantes) con los temas de construcción, instalación y operación de sistemas de captación de agua de lluvia, cisternas, bicibombas, lavaderos ecológicos, baños ecológicos, huertos familiares y sistemas de riego, entre otros. Con este esfuerzo de capacitación se establecieron las bases para el emplazamiento de 1,115 tecnologías apropiadas en las comunidades de Caringaro, Quiroga; Los Corrales, Tzinzunzan, y Yotatiro, Erongarícuaro, Michoacán, beneficiado a 155 familias (775 personas). De esta manera se propició la instalación de un conjunto de sistemas para almacenar 1,400,000 litros, tratar 15,000 litros de aguas negras y 20,000 litros de aguas grises por día y desinfectar 900 litros para consumo humano.



Vivienda con paquete tecnológico en Los Corrales, Tzintzuntzan, Michoacán.



Beneficiarios instalando tecnología en Yotatiro, Erongarícuaro, Michoacán.

- ***Evaluación de las juntas de agua potable y saneamiento en Chihuahua***

En el marco de los trabajos realizados para la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) se realizó el proyecto *Evaluación de las juntas de agua*

*potable y saneamiento de los municipios de El Porvenir, Cd. Juárez, Guadalupe y Praxedis, Chihuahua. Como parte de este diagnóstico se impartieron dos cursos a 22 operadores: Operación y mantenimiento de sistemas lagunares y Sistema de abastecimiento de agua potable.*

Por otra parte se ofreció el curso *Operación y mantenimiento de lodos activados para la Unión Fenosa, en Agua Prieta, Sonora* a 17 operadores de la Termoeléctrica de Agua Prieta. Dentro del convenio con los Servicios de Alcantarillado y Agua Potable del Estado de Tabasco se efectuaron los cursos *Operación del proceso manual y semiautomático de potabilización y Tratamiento de aguas residuales* para la certificación de operadores.

- **Actualización en materia de evaluación de plantas potabilizadoras**

La Comisión Estatal de Agua de Baja California, para satisfacer la necesidad de actualizar a sus especialistas en materia de evaluación de plantas potabilizadoras, solicitó al IMTA asistencia técnica sobre el tema, la cual se brindó en las instalaciones de la planta potabilizadora El Florido, Tijuana, Baja California.

Para cumplir con este objetivo se proporcionaron, en un curso de 48 horas, las herramientas teóricas y prácticas para la evaluación del módulo 3 de la planta potabilizadora (750 L/s), que cuenta con un tren convencional de tratamiento (coagulación-floculación-sedimentación-filtración-desinfección) y se estandarizaron los procesos y análisis empleados para este fin, de tal manera que los operadores de la planta pudieron detectar las fallas del sistema de potabilización y sus posibles causas, así como tomar decisiones en cuanto a la manera de solucionarlas.



Sesiones teóricas previas a la evaluación de la planta potabilizadora El Florido, Tijuana, Baja California.

- **Capacitación en el DR 001 Pabellón, Aguascalientes**

En el marco del proyecto *Capacitación en operación y mantenimiento de tomas parcelarias para el distrito de riego 001 Pabellón, Aguascalientes*, el Instituto

instruyó a quinientos usuarios de riego en la operación y el mantenimiento de tomas parcelarias e impartió un curso para técnicos sobre diseño, operación y mantenimiento de sistemas de riego por cintilla.



Capacitación en el ejido Colonia Progreso.



Instrucción en el ejido Rincón de Romos.

- ***Programa de Capacitación y Educación Ambiental para PEMEX***

Se concluyó el Programa, iniciado en 2007, que el IMTA desarrolló para la Gerencia de Seguridad Industrial y Protección Ambiental y Calidad de PEMEX, Exploración y Producción, Región Sur. El Programa abordó problemas ambientales, en especial los relacionados con el agua, en el área de la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla.

Las estrategias de comunicación desarrolladas en 2009 incluyeron productos tales como: carteles donde se promueve el tema “Reglas administrativas de la Reserva de la Biósfera de los Pantanos de Centla”, particularmente de los capítulos IX, XII y XIV, que hacen referencia a las actividades petroleras, las prohibiciones y las sanciones; un folleto donde se amplía la información de dichas reglas y de la participación de PEMEX en la Reserva, así como la producción del video *Actividades de PEMEX, Exploración y Producción en los pantanos de Centla*, que muestra el impacto de PEMEX y su apoyo al medio ambiente y la concienciación en la población respecto de la preservación y explotación sustentable de la flora y fauna.

Capacitación y educación ambiental en 2009		
Perfil de participantes	Total de talleres	Núm. de participantes
Trabajadores	12	205
Maestros	1	25
Alumnos	60	1880
<b>Total</b>	<b>73</b>	<b>2,110</b>

Capacitación y educación ambiental 2007- 2009		
Perfil de participantes	Total de talleres	Núm. de participantes
Trabajadores	34	679
Maestros	6	135
Alumnos	84	2,626
<b>Total</b>	<b>124</b>	<b>3,440</b>



Recorrido por el sendero de la Casa del Agua (*Uyotot-Ja*), como parte de los talleres de sensibilización en el cuidado al medio ambiente y cultura del agua.



Video Actividades de PEMEX en los pantanos de Centla.

- **Programa Nacional de Capacitación y Formación con Enfoque de Competencias**

La CONAGUA solicitó al IMTA el diseño de este Programa dirigido a los enlaces y responsables de órganos ejecutores y de los espacios municipales de cultura del agua. Los trabajos realizados en esta etapa incluyen el diseño, la aplicación y la integración de los resultados del *Diagnóstico de necesidades de capacitación*, la

definición de los perfiles de ingreso y de egreso, el programa didáctico y el diseño del plan curricular de 32 cursos con sus contenidos, materiales y actividades didácticas.

El enfoque planteado para el Programa es la educación ambiental, la educación para adultos y el desarrollo de competencias. Se destacan las necesidades de capacitación y los requerimientos institucionales en materia de medio ambiente y agua.

- ***Homologación de criterios en la revisión de proyectos ejecutivos de presas***

A solicitud de la CONAGUA, el IMTA desarrolló el proyecto *Homologación de criterios en la revisión de proyectos ejecutivos de presas*. Para ello se impartió un taller, presencial en su primera fase y virtual en su segunda, a sesenta participantes y 18 técnicos expertos.

El proyecto presenta dos características innovadoras: la intervención de expertos técnicos externos y ex trabajadores de la CONAGUA, quienes aportaron su conocimiento y experiencia en la revisión y diseño de proyectos de infraestructura hidroagrícola, y la incursión de la Gerencia de Proyectos de Infraestructura Hidroagrícola en la modalidad de capacitación a distancia, lo que en una primera instancia representa una alta inversión inicial, pero que en una operación futura implica una significativa reducción en los costos.



Desarrollo del taller presencial.

- ***Fortalecimiento de capacidades para los sistemas de agua potable y residual del Valle de Juárez, Chihuahua***

Tras realizar visitas de inspección a los Sistemas de Agua del Valle de Ciudad Juárez, se elaboró un diagnóstico mediante el cual se determinó su situación operativa y la estrategia y tácticas a seguir para tomar decisiones relativas al manejo sustentable del agua en las juntas centrales, municipales y rurales de Chihuahua, así como en la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza. Para contribuir al fortalecimiento de las capacidades del personal de los sistemas antes mencionados, y de acuerdo con el diagnóstico técnico realizado, se detectó la necesidad de impartir dos cursos para la formación de sus recursos humanos:

*Sistemas de abastecimiento de agua y Operación y mantenimiento de sistemas lagunares a los cuales asistieron 44 personas.*



Participantes en uno de los cursos.



Portada del documento *Evaluación técnica de los sistemas de agua.*

- ***Certificación de competencias laborales del personal de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Tabasco (SAPAET)***

Este proyecto tuvo como objetivo evaluar y certificar al personal del SAPAET, mediante el diseño y la impartición de cursos de capacitación basados en las Normas Técnicas de Competencia Laboral, con la finalidad de reforzar sus capacidades técnicas.

En total se impartieron 13 eventos a los que acudieron 315 personas, de las cuales 151 obtuvieron la certificación en las materias siguientes:

*Diseño de cursos de capacitación presenciales, Impartición de cursos de capacitación, Trabajo social en comunidades rurales, Conservación y*

*mantenimiento de la red de agua potable y Operación del proceso manual y semiautomático de potabilización y tratamiento de aguas residuales, entre otras.*



Participantes de uno de los talleres.

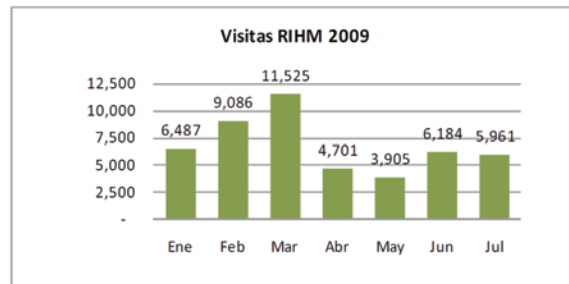
## PROMOCIÓN Y DIFUSIÓN DEL CONOCIMIENTO

- **Revista *Ingeniería hidráulica en México/Tecnología y Ciencias del Agua***

Se desarrolló un sistema de información para gestionar el proceso de dictaminación de los artículos propuestos para su publicación en la revista *Ingeniería hidráulica en México*. Con ello fue posible automatizar los procesos en una plataforma web y contar con información expedita y oportuna sobre los artículos, así como de los autores, árbitros, editores y demás involucrados en el trabajo de la publicación.

Se editaron cuatro números del Vol. XXIV de la revista: enero-marzo, abril-junio, julio-septiembre y octubre-diciembre de 2009.

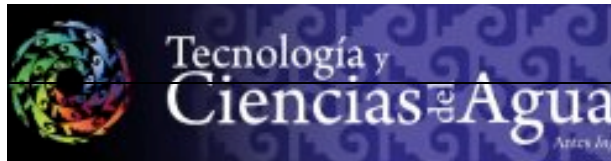
El sitio de la revista recibió más de 88,000 visitas durante el año.



Portada de uno de los ejemplares de la revista.

El 2010 inicia con el lanzamiento de la revista *Tecnología y Ciencias del Agua* y su sitio web. Esta nueva publicación se enorgullece de ser heredera directa de *Ingeniería hidráulica en México*, editada en su segunda época desde 1985 por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, que a su vez fue la continuidad de

*Irrigación en México (1930-1946), Ingeniería hidráulica en México (1947-1971) y Recursos hidráulicos (1972-1978).*



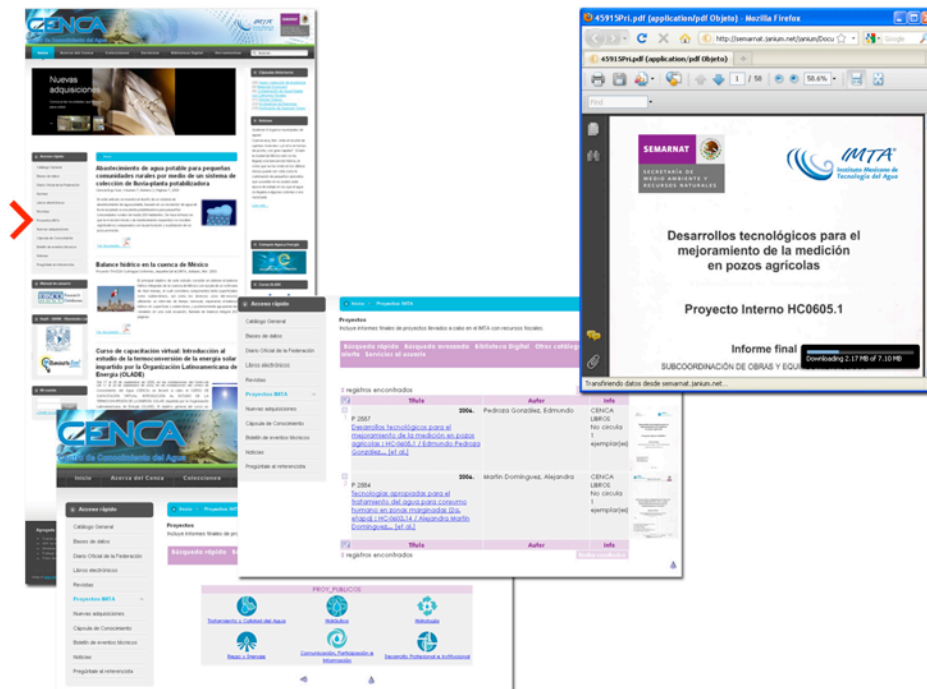
**Dirección:** [www.imta.gob.mx/tyca](http://www.imta.gob.mx/tyca)

• **Centro de Conocimiento del Agua (CENCA)**

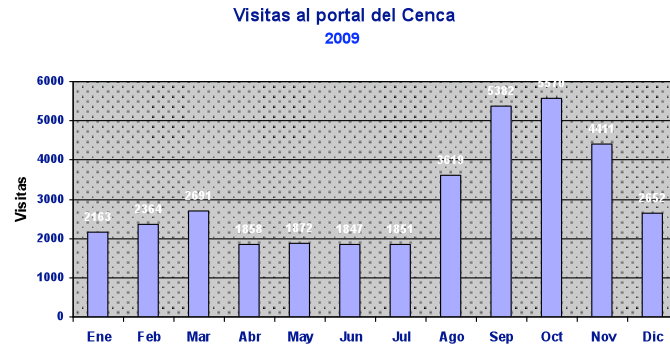
Se implementaron nuevos servicios de información tecnológica, con periodicidad definida (servicios de alerta) y por solicitud, y se rediseñó el sitio web.

En cuanto a los servicios de alerta y servicios por solicitud, se superaron las metas establecidas, ya que para los primeros el número de servicios programados aumentó en un 210% y para los segundos se cumplió la meta en un 100 por ciento.

El rediseño del sitio web permitió incrementar el número de accesos a partir de su entrada en operación en julio de 2009.



Sitio web del CENCA.



Visitas al sitio del CENCA por mes.

Como actividades complementarias, se proporcionaron los servicios bibliotecarios y de hemeroteca al público en general, que incluyen tanto a usuarios internos como externos, y se impartieron dos cursos virtuales de capacitación, promovidos por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE): *Introducción al estudio de la termoconversión de la energía solar* y *Planificación energética*.

## Comunicación institucional

El IMTA realizó diversas actividades para proyectar el quehacer e imagen de la institución.

- ***Producción de materiales audiovisuales***

Mediante la producción de materiales audiovisuales, el IMTA contribuye a cubrir las necesidades de diseminación del conocimiento del agua y de los desarrollos tecnológicos generados en el instituto.



Registros en video

Como aportación de valor agregado a proyectos del IMTA, se realizaron cinco documentales: *IMTA: Innovación para la sustentabilidad hídrica de México*, *Acciones de PEMEX en la región Pantanos de Centla*, *Tecnologías Ecológicas: una alternativa para dotar de agua y saneamiento a las zonas rurales*, *Evaluación de sistemas de riego* y *Programa Hídrico del Estado de Morelos* (reedición).

Para difundir y promocionar los laboratorios y tecnologías del instituto, se produjeron 11 videos; asimismo se realizaron 39 cápsulas informativas de distintos eventos celebrados en el Instituto.



Proceso de edición de videos.



DVD's del IMTA.



Imágenes de algunos eventos celebrados en el Instituto.

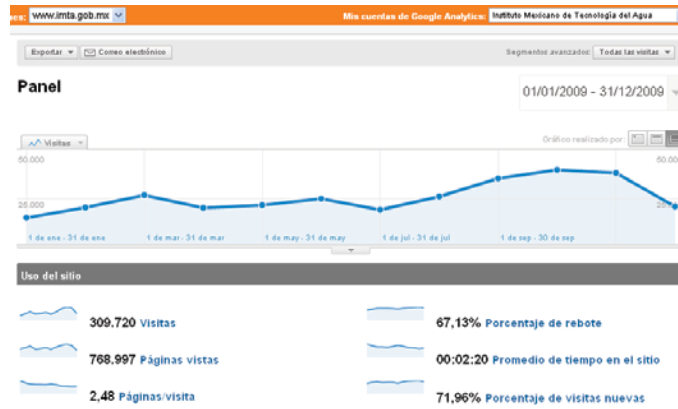
Por otra parte, se produjo material audiovisual de los siguientes eventos:

- *II Seminario de Potamología José Antonio Maza Álvarez.*
- *I Reunión Internacional de Competitividad del Sector Agua: "Los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Urbanas".*
- *Reunión Anual de la Cátedra UNESCO-IMTA.*

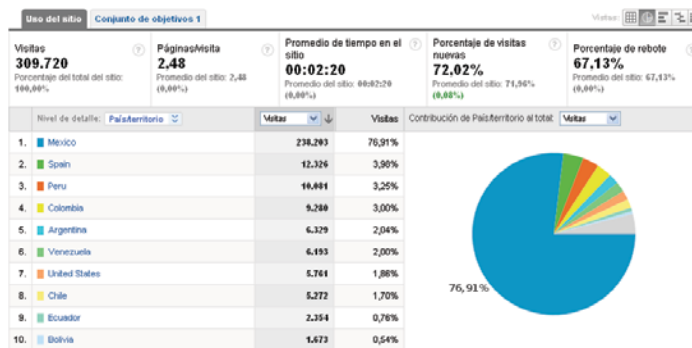
Como parte de los servicios ofrecidos, se hicieron 1,365 copias en DVD de videos producidos en el IMTA, atendiendo la demanda de clientes internos y externos.

- **Sistemas informáticos y sitios web**

En 2009 se registraron 120,000 visitas al sitio web institucional y 150,000 a IMTANet, donde se publicaron 12 ediciones del boletín electrónico mensual *Mare Nostrum*.



Visitas al portal IMTA en 2009.



Países con mayor número de visitas al portal IMTA.

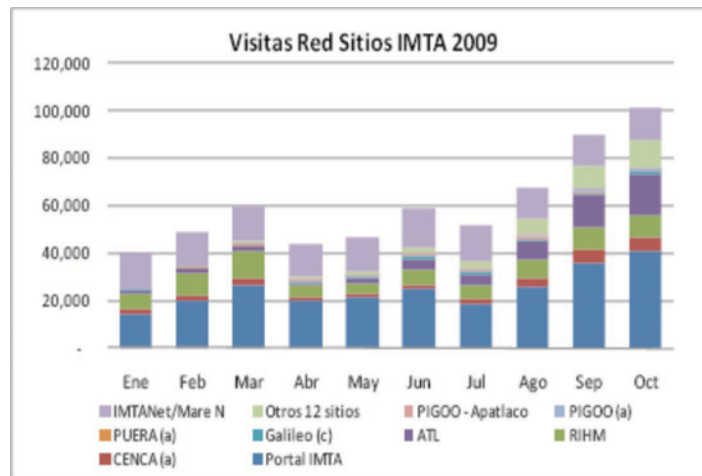


Ciudades de México que visitan el portal del IMTA.

Se conformó la Red de Sitios IMTA, encabezada por los portales IMTA, ATL e IMTANet, que incluye diversos sitios temáticos desarrollados durante 2009.



A través de la instrumentación de esta Red se ha favorecido la afluencia de visitantes a los diversos sitios que la conforman, alcanzando 100,000 en el mes de octubre y rebasando los 756,000 acumulados en el año.



El portal IMTA llegó en total a 309,720 visitantes en 2009. Sólo en diciembre se tuvieron 20,694 visitantes.

- **Producción radiofónica**

El programa *Planeta Agua*, que entra en su quinto año de transmisiones, es un espacio radiofónico del IMTA producido en colaboración con la Universidad Autónoma del Estado de Morelos que ha permitido la difusión del conocimiento del agua a través de especialistas invitados. Durante 2009 se realizaron veinte emisiones, cada una con una audiencia estimada de 35,000 radioescuchas. Con el

fin de ampliar la difusión de sus contenidos, los programas se transmiten también vía Internet a través de los portales del Instituto y el de la Cátedra UNESCO-IMTA *Atl, El Agua en la Sociedad del Conocimiento*.

- **Gaceta del IMTA**

En 2009 se publicaron 12 números de esta publicación electrónica que da cuenta de los avances y resultados de los proyectos más importantes desarrollados en el Instituto. Este material llega por medio de correo electrónico a más de diez mil lectores del sector medio ambiente y puede consultarse en [www.imta.gob.mx](http://www.imta.gob.mx).



- **Programa Editorial**

Se editaron ocho libros en torno a las diversas temáticas sustantivas para el Instituto:

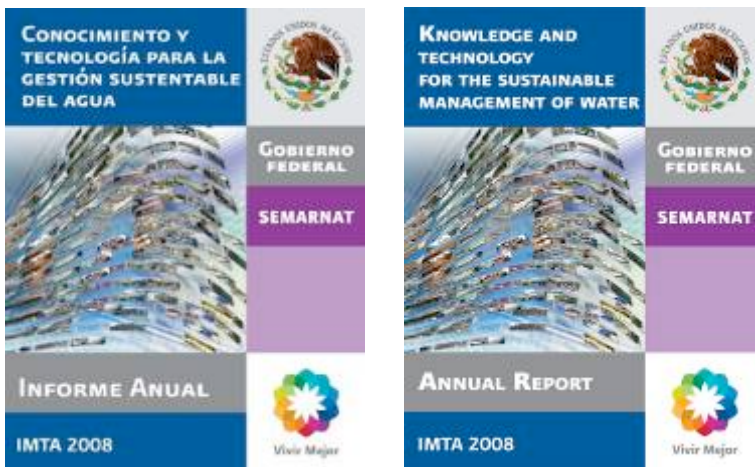
1. *Recursos hídricos en la frontera norte.*
2. *La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectivas. Volumen II.*
3. *Cultura hidráulica y simbolismo mesoamericano del agua en el México prehispánico.*
4. *I Seminario Internacional de Detección de Necesidades Tecnológicas sobre Tratamiento de Aguas Residuales para Diez Países de Latinoamérica.*
5. *Guía para la construcción de consensos en la gestión integrada del agua.*
6. *¡Encaucemos el Agua! Currículum y guía de actividades para maestros. 2ª edición.*
7. *Memoria ilustrada del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro. Avances 2003-2008.*

El público puede adquirir las publicaciones del IMTA a través del sitio web institucional.



Dos portadas de libros editados por el Instituto.

Asimismo, se editaron cinco publicaciones institucionales, entre ellas, *Conocimiento y tecnología para la gestión sustentable del agua. Informe anual IMTA 2008*, tanto en español como en inglés.



Portadas del *Informe Anual IMTA 2008* en español e inglés.

## RECONOCIMIENTOS Y ALGUNOS HECHOS IMPORTANTES

- **Reconocimiento Presidencial**

El Gobierno de la República otorgó un reconocimiento al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, a sus ingenieros, personal técnico y trabajadores, por su destacada participación en los trabajos de construcción del canal en el río Grijalva, Chiapas.



- **Premio Edison 2009**

El Instituto Eléctrico Edison otorgó a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) el Premio Edison 2009 en reconocimiento a su liderazgo, innovación y contribución al avance de la industria eléctrica global para beneficio de la sociedad, con motivo de los trabajos para construir un canal en el Alto Grijalva, Chiapas, en 2007. Junto con este premio el citado instituto entregó medallas honoríficas para todas las otras instituciones participantes en el proyecto. Es así que el IMTA, por su valiosa aportación técnica y destacada colaboración con CFE, recibió, de manos del presidente de la República, Felipe Calderón Hinojosa, el distintivo con el que se comparte el premio obtenido por la Comisión Federal de Electricidad.



Medalla honorífica con la que el Instituto fue distinguido por su participación en los trabajos del río Grijalva.

- ***Reconocimiento al mejor espacio de ciencia y tecnología en la Expo ANEAS 2009***

El IMTA recibió el reconocimiento al mejor espacio de ciencia y tecnología durante la Expo ANEAS 2009, celebrada en el marco de la XXIII Convención Anual de la Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento de México, uno de los eventos más importantes para el sector agua en el país. El Foro Móvil IMTA constituyó un espacio para difundir y promover las líneas de trabajo y resultados que genera el Instituto.



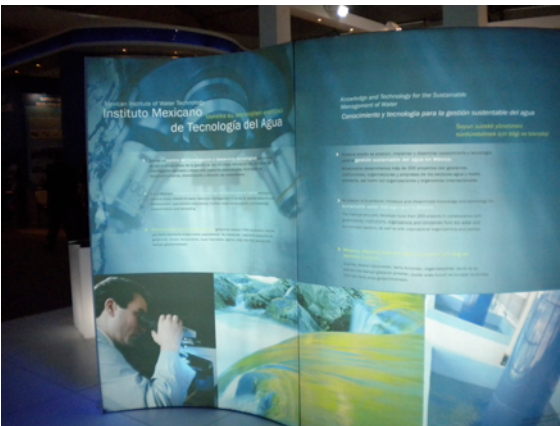
- **V Foro Mundial del Agua**

Durante la celebración del V Foro Mundial del Agua en Estambul, Turquía, las diversas regiones del mundo: África, Asia, las Américas, el Mediterráneo y Europa presentaron sus puntos de vista sobre los efectos y posibles medidas de adaptación al cambio climático. El IMTA participó como representante de las Américas.

Asimismo, a invitación del Director General de la CONAGUA, el IMTA presentó la elaboración y firma del acuerdo de distribución de las aguas de la cuenca Lerma-Chapala.

En la sesión regional de las Américas, el IMTA presentó la problemática más relevante acerca de las cuencas transfronterizas de Norteamérica, con base en las conclusiones obtenidas durante el Foro del Agua de las Américas celebrado a finales de 2008 en Foz de Iguazú, Brasil, y propuso los elementos básicos que deben atenderse para una gestión cooperativa de este tipo de cuencas.

Por otra parte, al interior del Foro, el IMTA convocó a la mesa de trabajo sobre la Red Iberoamericana de Institutos Nacionales de Investigación en Ingeniería Hidráulica con el propósito de reunir a los directores de organismos de aguas nacionales con investigadores de la Red, para acercar la investigación científica a las necesidades de formación de recursos humanos en las entidades responsables de la gestión del agua en Iberoamérica.



Participación del IMTA en el V Foro Mundial del Agua.



- **Colaboración del IMTA con las cámaras de diputados y senadores**

Durante 2009, el IMTA, con sus observaciones y comentarios emitidos mediante la Oficina del Enlace Legislativo de la SEMARNAT, apoyó 15 iniciativas con proyecto de decreto presentadas por diputados y senadores sobre temas relativos al agua.

Asimismo, el Instituto forma parte del Consejo Técnico Consultivo del Agua, órgano honorífico y de consulta de la Comisión de Recursos Hidráulicos de la Cámara de Diputados.

- **Cooperación internacional con Iberoamérica**

Como parte de las actividades de la Red de Institutos Nacionales Iberoamericanos de Ingeniería e Investigación Hidráulica, de la cual el IMTA es la Institución Coordinadora, y que cuenta con el patrocinio del Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, se llevó a cabo la VII Reunión de Trabajo y IV Asamblea General, los días 3 y 4 de diciembre de 2009 en la ciudad de Buenos Aires, en las instalaciones del Instituto Nacional del Agua de Argentina. Simultáneamente se realizó el evento técnico *Taller de modelos físicos y matemáticos. Reunión de expertos iberoamericanos*, en el que se presentaron 29 ponencias y participaron 13 instituciones de 11 países y más de cincuenta especialistas y directivos.

Previo a esta actividad se organizó en marzo una mesa redonda mediante la cual se presentó la Red y sus funciones durante el V Foro mundial del agua, celebrado en Estambul, Turquía. En dicha mesa participaron nueve panelistas de los sectores público y privado, así como representantes de la Red, quienes analizaron la importancia de la producción científica y tecnológica como soporte para la atención de los grandes retos y problemas hídricos de la región iberoamericana. Un ejercicio semejante se realizó en septiembre durante el IX Congreso Internacional de Ingeniería Hidráulica y el V Seminario Internacional del Uso Integral del Agua en Cayo Santa María, Villa Clara, Cuba. Como complemento se rediseñó y actualizó su página web: [www.riniih.org.mx](http://www.riniih.org.mx), y se acordó su vinculación con la Asociación Internacional de Investigaciones Hidráulicas.



Sesión de trabajo durante la IV Asamblea General.



Directivos que participaron en la reunión en las instalaciones del Instituto Nacional del Agua de Argentina.

- ***Segundo Seminario de Potamología***

Con la finalidad de estimular las investigaciones y aplicaciones en el área de la mecánica de ríos, del 26 al 28 de agosto se llevó a cabo en Villahermosa, Tabasco, el Segundo Seminario de Potamología “José Antonio Maza Álvarez”, organizado por el IMTA y el Comité Nacional Mexicano del Programa Hidrológico Internacional, con el apoyo del Gobierno del Estado de Tabasco, la CONAGUA y la Asociación Mexicana de Hidráulica.



Sesión inaugural del evento.

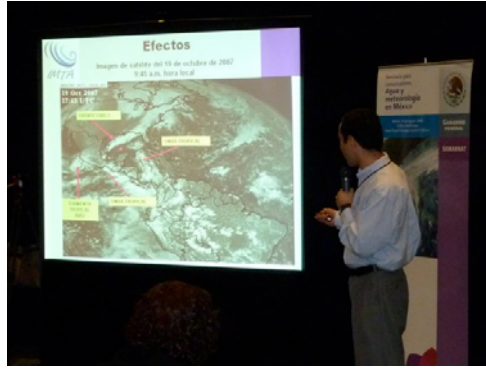
- ***Seminario para Comunicadores Agua y Meteorología en México***

Para hacer posible la gestión sustentable del agua en nuestro país, es necesario crear capacidades con la finalidad de que el conocimiento sobre el recurso sea comprendido y apropiado por la sociedad, por lo que el IMTA realizó el Seminario para Comunicadores Agua y Meteorología en México, como parte de la Cátedra UNESCO-IMTA, El Agua en la Sociedad del Conocimiento.

El seminario, que contó con la participación de 31 comunicadores pertenecientes a la radio, televisión y prensa, se enfocó en desarrollar las capacidades que permitan a los medios masivos traducir la información científico-tecnológica en una herramienta útil para la sociedad, a fin de fomentar una cultura en materia hidrológica.



En el seminario participaron 31 comunicadores de diversos medios.



Presentación en torno a los fenómenos hidrometeorológicos extremos.

## RECONOCIMIENTOS A ESPECIALISTAS

NOMBRE	LOGROS DESTACADOS DEL PERSONAL DEL IMTA 2009
Petia Mijaylova Nacheva	Ingreso a la Academia Mexicana de Ciencias, como miembro titular.
Gabriela E. Moeller Chávez	Ingreso a la Academia Mexicana de Ciencias, como miembro titular.
Octavio Ramón Salazar San Andrés	Premio Nacional de Investigación. Reconocimiento anual que se entrega en el área Económico-Administrativa que otorga la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Comercio y Administración.
Iván Rivas Acosta	Doctorado en Ingeniería Civil por la Colorado State University, EUA, con el tema de tesis: <i>Design and Implementation of Hydrologic Unit Watersheds for Rainfall-Runoff Modeling in Urban Areas.</i>

## **RECURSOS AL SERVICIO DE LA INVESTIGACIÓN**

La moderna infraestructura del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua incluye diez laboratorios, el Centro de Conocimiento del Agua, un centro de capacitación, un área de educación ambiental y un centro de cómputo. De igual forma, dentro del área que ocupa el Instituto se localiza el Campus Morelos del Posgrado en Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.

### **Infraestructura**

#### **LABORATORIO DE HIDRÁULICA ENZO LEVI**

Presta servicios en hidráulica experimental; se prueban estructuras hidráulicas a escala para simular su desempeño, corrigiendo y mejorando sus características geométricas; se desarrollan y prueban dispositivos hidráulicos de medición y control, y se evalúan dispositivos y equipos hidráulicos comerciales. Además, apoya el aprendizaje de la hidráulica y la experimentación para investigación, diseño, revisión, evaluación y verificación.

#### **LABORATORIO DE PRUEBAS DE EQUIPOS Y MATERIALES DEL SECTOR AGUA**

Presta los servicios de evaluación de medidores de agua, atendiendo las solicitudes de fabricantes, comercializadores y distribuidores, así como de organismos operadores de agua potable y saneamiento. La evaluación de la conformidad en apego a las normas oficiales mexicanas, se lleva a cabo con fines de certificación de los medidores de agua. El laboratorio cuenta con la acreditación oficial de sus pruebas desde 1994 hasta la fecha, cumpliendo con los criterios normalizados ISO/IEC 17025:2005/NMX-EC-17025-IMNC-2006 y con la evaluación correspondiente de la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C.

#### **LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA**

Este laboratorio está acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C., para las 38 pruebas indicadas en el documento de acreditación No. AG-177-032/09, y desde 1996 fue aprobado por la CONAGUA para análisis y muestreo del agua. En él se elaboran análisis de agua, sedimento, suelo, tejidos vegetales y otras matrices ambientales para 140 parámetros químicos, orgánicos, de metales y microbiológicos. A petición del cliente, se desarrollan, adaptan e implementan metodologías analíticas para compuestos o matrices ambientales específicas. Ha participado en pruebas de aptitud técnica con diversas organizaciones internacionales y nacionales, obteniéndose resultados favorables.

## **PLANTA PILOTO-LABORATORIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

La planta piloto y su laboratorio permiten identificar los principales contaminantes presentes en las aguas residuales municipales e industriales mediante su caracterización fisicoquímica y biológica. Por medio de pruebas específicas se determina el tren de tratamiento adecuado. Su infraestructura permite realizar trabajos de investigación aplicada y desarrollo de tecnología para el tratamiento de aguas residuales. Ofrece servicios tecnológicos para la tratar el agua residual problema, logrando una calidad de agua tratada que cumpla con estándares de descarga, para reúsos específicos y/o reciclamiento.

## **LABORATORIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES**

El laboratorio de tratamiento de aguas residuales municipales y la planta de tratamiento del IMTA cuentan con infraestructura para realizar investigación y desarrollo de tecnología para la remoción de materia orgánica, nutrientes y microorganismos patógenos, así como para el reuso de efluentes en agricultura y acuicultura.

## **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 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 trazable a patrones primarios del Centro Nacional de Metrología de nuestro país.

## **LABORATORIO DE HIDROLOGÍA ISOTÓPICA**

Desarrollar metodologías para la aplicación de los isótopos estables y radiactivos existentes en el medio ambiente, así como de trazadores adicionados artificialmente, para monitorear y caracterizar el comportamiento del agua en los sistemas hidrológicos. El laboratorio realiza modelos físicos reducidos para simular la fenomenología del agua en el medio subterráneo y proporciona servicios analíticos de medición de tritio ambiental, carbono-14 e isótopos estables del oxígeno e hidrógeno en muestras de agua natural.

## **LABORATORIO DE HIDROGEOQUÍMICA**

Tiene capacidad instalada e infraestructura para evaluar experimentalmente el transporte, acumulación, degradación y modelación de metales, plaguicidas, hidrocarburos, nutrientes, sales y materia orgánica en agua, sedimentos y suelos. Ofrece servicios de estimación y evaluación de riesgos ambientales y elaboración de conceptos de saneamiento de agua, sedimentos y suelos contaminados.

## **LABORATORIO DE PRODUCCIÓN AUDIOVISUAL**

Desarrolla productos audiovisuales mediante la aplicación de 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.

## **CENTRO DE CONOCIMIENTO DEL AGUA**

Es un centro especializado de información relacionada con el sector agua de México y el mundo. Su objetivo consiste en apoyar a los profesionales de los sectores agua y medio ambiente en la satisfacción de sus demandas de información científica y tecnológica, y difundir entre el público en general el conocimiento en la materia, mediante la prestación de servicios bibliotecarios y de información tecnológica y de asesoría en el diseño y desarrollo de unidades y sistemas de información.

## **CENTRO DE CAPACITACIÓN**

El centro de capacitación fue diseñado con el objetivo de brindar las condiciones adecuadas para que el proceso de enseñanza-aprendizaje se lleve a cabo en un ambiente de inmersión total.

## **ÁREA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL**

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

## **CENTRO DE CÓMPUTO**

Proporciona recursos y servicios de cómputo para apoyar las actividades de investigación y desarrollo tecnológico, administra la red instalada en el Instituto y supervisa los servicios para el mantenimiento y operación del parque informático.

## **POSGRADO EN INGENIERÍA DEL UNAM, CAMPUS MORELOS**

La existencia del Campus Morelos del Posgrado en Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, en las inmediaciones del IMTA, forma parte del convenio de colaboración establecido entre las dos instituciones con la finalidad de vincular la academia con los procesos de desarrollo tecnológico.

## Administración

### ESTADO DEL EJERCICIO DEL PRESUPUESTO 2009

(miles de pesos )

I N G R E S O S		E G R E S O S	
CONCEPTO	ACUMULADO	CONCEPTO	ACUMULADO
	OBTENIDO		EJERCIDO
<b>TOTAL DE RECURSOS</b>	516,984	<b>TOTAL DE RECURSOS</b>	516,984
<b>DISPONIBILIDAD INICIAL</b>	67,937	<b>GASTO CORRIENTE</b>	407,715
		SERVICIOS PERSONALES	174,247
		MATERIALES Y	
		SUMINISTROS	19,910
<b>CORRIENTES Y DE CAPITAL</b>	225,874	SERVICIOS GENERALES	213,558
VENTA DE BIENES	427		
		<b>INVERSIÓN FISICA</b>	11,939
VENTA DE SERVICIOS	221,971	BIENES MUEBLES E	
		INMUEBLES	11,553
INGRESOS DIVERSOS	3,476	OBRA PÚBLICA	386
PRODUCTOS FINANCIEROS	3,476		
		DISPONIBILIDAD FINAL	97,330
		<b>TOTAL DE RECURSOS</b>	516,984
<b>SUBSIDIOS Y TRANSFERENCIAS DEL GOBIERNO FEDERAL</b>	223,173		
CORRIENTES	221,179		
		SERVICIOS PERSONALES	174,247
		MATERIALES Y SERVICIOS	46,932
		INVERSIÓN FISICA	1,994

# PROYECTOS

## Catálogo de proyectos desarrollados en 2009

<b>Programa de Gestión Integral y Sustentable del Agua</b>
<b>EJES PLAN NACIONAL DE DESARROLLO:</b> Eje 4. Sustentabilidad ambiental Eje 5. Democracia efectiva y política exterior responsable
<b>PROGRAMA NACIONAL HÍDRICO (Objetivos Rectores):</b> Objetivo 3. Promover el manejo integrado y sustentable del agua en cuencas y acuíferos Objetivo 4. Mejorar el desarrollo técnico, administrativo y financiero del Sector Hidráulico
<b>OBJETIVOS RECTORES IMTA:</b> OR1. Contribuir a la gestión sustentable del agua a través del conocimiento, la tecnología, la formación de recursos humanos y la innovación.
<b>Proyectos con recursos fiscales</b>
DP0930.1. Identificación y cuantificación de indicadores de gestión para la evaluación de la competencia laboral en el Sector Hídrico.
DP0940.1. Desarrollar una metodología para estimar el valor económico del agua en acuíferos, considerando la componente ambiental.
HC0904.1. Criterios de evaluación de eficiencia en organismos operadores de agua potable.
HC0908.1. Indicadores de gestión prioritarios en organismos operadores.
RD0903.1. Usos de aguas residuales en la agricultura y evaluación de la contaminación en sistemas de drenaje agrícola.
RD0906.1. Uso eficiente del agua de riego con sistemas parcelarios de gravedad, presurizados y protegidos.
TH0902.1. Aplicación de modelos de simulación-optimización para la estabilización de acuíferos sobreexplotados.
CA0902.1. Perspectivas de la gestión del agua en México, al año 2025.
RD0919.1. Conservación de agua y suelo en subcuencas del acuífero del valle de México.
TC0916.1. Monitoreo de playas prioritarias.
TH0913.1. Proyecto piloto de recarga del acuífero del valle de México.
<b>Proyectos con ingresos propios</b>
CP0744.4. Inventario, delimitación, caracterización y uso sustentable de los humedales de la cuenca del río Papaloapan, México.
CP0921.3. Geomática aplicada a la evaluación de recursos en la zona del proyecto Paso de la Reina.
DP0843.2. Integración de las Cuentas del Agua en México.
DP0870.3. Sistema de cómputo y proyecto de norma de la metodología para la evaluación socioeconómica de proyectos hidroagrícolas.
DP0924.3. Evaluación y otorgamiento de reconocimiento de empresas, productos, equipos y servicios para el uso eficiente y sustentable y de la calidad del agua.
DP0930.2. Certificación de organizaciones y competencias laborales del Sector Hidráulico Nacional.
DP0943.3. Asesorías y evaluaciones en temas de desarrollo institucional y autosuficiencia financiera.
DP0944.3. Elaboración de estudios de costo-beneficio en ocho ríos de la zona costa y manifestación de impacto ambiental para obras de protección de centros de población en veinte ríos de la zona costa y sierra del estado de Chiapas.

DP0945.3 Dictamen sobre el análisis de factibilidad técnica, económica y ambiental del proyecto <i>Reintegración al contexto urbano y social del predio que ocupará la Refinería 18 de Marzo</i> .
DP0950.3 Sistema virtual para la homologación de criterios y lineamientos técnicos utilizados en la revisión de proyectos ejecutivos de presas, plantas de bombeo y zonas de riego.
HC0828.4 Proyecto modelo para el manejo integral del agua en San Jerónimo Purenchécuaro y San Andrés Tzironaro.
DP0946.3 Esquema global de la evaluación socioeconómica del sistema de inversiones y beneficios del programa 2009 del proyecto RD-0821.3 <i>Programa Hidráulico Integral de Inversión del Noroeste y la determinación de las acciones alineadas al objetivo del programa</i> .
HC0853.4 Sustentabilidad de los OOAPAS ribereños.
HC0867.3 Gestión técnica, social y administrativa para la integración de expedientes individuales en la zona de influencia del proyecto El Zapotillo.
HC0920.3 Estudios hidrológicos, hidrogequímicos, fluviales, hidrodinámica lagunar-costera y distrito de riego, caudal ecológico, calidad del agua superficial y contaminación difusa de las lagunas de Chacahua del sistema ambiental regional del proyecto de aprovechamiento hidráulico de uso múltiples, Paso de la Reina.
HC0953.3 Apoyo técnico-administrativo para el desarrollo de proyectos relacionados con la presa El Zapotillo, Jalisco.
TC0850.4 Manejo integral para el control de malezas acuáticas, especies invasoras y remoción de sedimentos en apoyo a la recuperación de especies emblemáticas y mejora de la calidad del agua del lago.
TC0872.4 Impacto del cambio climático en la calidad del agua.
TC0924.3 Servicio de asesoría para desarrollo de manuales e Implementación del Sistema de Gestión de la Calidad en el laboratorio de calidad del agua de la Comisión Estatal del Agua, conforme a la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006.
TC0957.3 Estudios hidrológicos, hidrogeoquímicos, fluviales, hidrodinámica lagunar-costera, manejo de cuenca y distrito de riego, caudal ecológico, calidad del agua superficial y contaminación difusa de las lagunas de Chacahua del sistema ambiental regional del proyecto de aprovechamiento hidráulico de usos múltiples, Paso de la Reina, Oaxaca (periodo de muestreo abril a diciembre, 2009).
TH0722.3 Operación y mantenimiento de la red agroclimatológica en el estado de Morelos.
TH0723.6 Análisis y modelación hidrológica, de calidad del agua y gestión en la región fronteriza México-Estados Unidos.
TH0806.4 <i>Paleotempestology of the Caribbean Region: a Multiproxy, Multi-site Study of the Spatial Temporal Variability of Caribbean Hurricane Activity</i> .
TH0819.4 Balance hídrico y capacitación en la infraestructura de monitoreo de la cuenca de Pátzcuaro.
TH0847.3 Actualización del modelo de simulación de la zona del PLHINO y continuación del SIG-PLHINO.
TH0848.3 Estudio de actualización de la disponibilidad y balance hidráulico de aguas superficiales de la Región Hidrológica No.12, Río Santiago, utilizando el modelo <i>ArchHydro</i> .
TH0858.3 Regionalización dinámica de escenarios de cambio climático en México, utilizando los modelos de mesoescala (MM5) y <i>Water Research and Forecasting (WRF)</i> .
TH0909.4 Flujos de información y política: Uso del diagnóstico climático y predicción ciclónica para el manejo adaptable de los recursos del agua bajo Incertidumbre climática en el oeste de Norteamérica (Tarea D).
TH0910.4 Transferencia de tecnología para la aplicación de la información de las estaciones agroclimatológicas y consolidación de la red estatal.
TH0912.3 Modelos de simulación y optimización para la operación del Sistema Cutzamala (Etapa 1).

TH0914.3 Estudios de hidrología subterránea del aprovechamiento hidráulico de usos múltiples, Paso de la Reina, Oaxaca.
TH0918.3 Análisis de la frecuencia e intensidad de los ciclones tropicales para prevenir los efectos, presentes y futuros, debidos a la variabilidad y el cambio climático en México.
TH0920.3 Estudio hidrológico e hidrometeorológico de la cuenca del sistema ambiental regional del proyecto Aprovechamientos hidráulicos, Paso de la Reina, Oaxaca (Segunda Etapa).
TH0921.3 Mantenimiento y actualización del Sistema de Información Geográfica de la Dirección Técnica del Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México.
TH0923.3 Análisis sistémico de la información histórica del clima y desarrollo de escenarios para los años 2010, 2015, 2020, 2030, 2040, 2050, 2060, 2070 y 2090.
TH0925.3 Revisión anual 2009 de los aspectos técnicos de los incisos i) y p) de la cláusula sexta de compromisos de las partes del Convenio de Coordinación y Certificación que celebraron el Ejecutivo Federal y los ejecutivos de los estados de Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán y Querétaro, y los representantes de los usuarios de los usos público urbano, pecuario, agrícola, industrial, acuícola y servicios, para llevar a cabo el Programa sobre la Disponibilidad, Distribución y Usos de las Aguas Superficiales.
TH0926.4 <i>Analysis of ENSO Multidecadal Variability (EMV) and an Assessment of Its Possible Future Impacts on Energy and Primary Sectors of the Mexican Economy</i> (\$28,000 USD/2009-2010).
TH0929.3 Modelo de pronóstico de avenidas para la central hidroeléctrica Peñitas, considerando la incorporación del vaso Juan del Grijalva, con precipitación registrada a tiempo real y pronóstico de precipitación del modelo MM5.
RD0813.4 Instrumentación de prácticas de conservación de microcuencas.
RD0814.4 Vivero regional autosuficiente de especies forestales y no forestales.
RD0821.3 Programa Hidráulico Integral de Inversión del Noroeste, y la determinación de las acciones alineadas al objetivo del programa.
RD0910.6 Evaluación del impacto del cambio climático en la productividad de la agricultura de riego y temporal del estado de Sinaloa.
RD0911.3 Plan Hídrico de Gran Visión en la cuenca de la presa la Concepción, Estado de México.
RD0914.3 Estudio integral de modernización del DR 009, Valle de Juárez, Chihuahua.
RD0915.3 Estudio económico de la modernización de DR 009, Valle de Juárez, Chih., e intercambio de agua residual tratada por agua de primer uso.
RD0922.3 Reglamentar la operación e inventariar las unidades de riego correspondientes con la metodología de la Comisión Nacional del Agua y el Plan Director para rehabilitar y modernizar dos grupos de unidades de riego en el estado de Zacatecas.
RD0923.3 Reglamentar la operación y Plan Director para rehabilitar y modernizar un grupo de unidades de riego en el municipio de Poanas, estado de Durango.
RD0926.3 Elaborar el Plan Director de la Sociedad de Responsabilidad Limitada Unidades de Riego Sanpahuix, estado de Oaxaca.

<b>Programa de Fortalecimiento de la Cultura del Agua</b>
EJES PLAN NACIONAL DE DESARROLLO: Eje 2. Economía competitiva y generadora de empleos Eje 4. Sustentabilidad ambiental
PROGRAMA NACIONAL HÍDRICO (Objetivos Rectores): Objetivo 5. Consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua y promover la cultura de su buen uso Objetivo 8. Crear una cultura contributiva y de cumplimiento a la Ley de Aguas Nacionales en materia administrativa
OBJETIVOS RECTORES IMTA: OR2. Incorporar al sector hídrico en la sociedad del conocimiento.
<b>Proyectos con recursos fiscales</b>
CP0903.1. Aplicación de tecnologías de información y comunicación.
CP0906.1. Programa Editorial del IMTA.
CP0907.1. Comunicación gráfica y marketing institucional del IMTA.
CP0908.1. Servicios de información y de inteligencia competitiva del Centro de Conocimiento del Agua.
CP0913.1. Programa de actividades 2009, de la Cátedra UNESCO-IMTA, <i>El Agua en la Sociedad del Conocimiento</i> .
<b>Proyectos con ingresos propios</b>
CP0719.4 ANTINOMOS.
CP0817.3 Gestión social para integración de expedientes individuales en la zona de influencia del proyecto El Zapotillo.
CP0925.4 Vital and Viable Services for Natural Management in Latin America (Unión Europea, VIVACE).
CP0927.3 Producción y difusión de materiales didácticos relacionados con la modernización de distritos de riego, 2009.
DP0921.3 Programa de Uso Eficiente y Racional del Agua 2009.
DP0925.2 Promoción de educación ambiental y cultura del agua.
DP0925.3 Transferencia de conocimientos de cultura del agua.
DP0926.3. Diseño de un programa para la construcción de competencias de los responsables y promotores de cultura del agua que permita el desarrollo de capacidades en materia de educación ambiental, con énfasis en el recurso agua y con enfoque de cuenca. Construcción de competencias para responsables de ECA.
DP0933.3 Desarrollo de actividades educativas para la guía Descubre una cuenca: río Santiago.
TC0915.4 Primer seminario internacional detección de necesidades tecnológicas sobre tratamiento de aguas residuales
TH0911.3 Organización del Segundo Seminario de Potamología "José Antonio Maza Álvarez".

<b>Programa de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Sector Hídrico</b>
EJES PLAN NACIONAL DE DESARROLLO: Eje 2. Economía competitiva y generadora de empleos Eje 3. Igualdad de oportunidades Eje 4. Sustentabilidad ambiental
PROGRAMA NACIONAL HÍDRICO (Objetivos Rectores): Objetivo 1. Mejorar la productividad del agua en el Sector Agrícola Objetivo 2. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento Objetivo 6. Prevenir los riesgos derivados de fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos
OBJETIVOS RECTORES IMTA: OR3. Crear un alto valor agregado para las instituciones del sector hídrico mediante el conocimiento, la creación y adaptación de tecnologías y el suministro de servicios tecnológicos altamente especializados
<b>Proyectos con recursos fiscales</b>
CP0902.1. Laboratorio/Centro de Edición y Procesamiento de Imágenes del Agua (CEPIA) (1a Etapa).
HC0902.1. Sistemas de medición en grandes obras hidráulicas.
HC0903.1. Tecnologías apropiadas en materia de agua para comunidades rurales marginadas.
HC0905.1. Bordos de protección para reducir los riesgos de inundaciones en zonas urbanas.
RD0904.1. Tecnologías para operación de sistemas de riego.
RD0905.1. Automatización y operación remota de estaciones de bombeo.
TC0901.1. Mantenimiento de la certificación ISO 9000:2000, en la Coordinación de Tratamiento y Calidad del Agua, y Aseguramiento de Calidad en el laboratorio de Calidad del Agua.
TC0903.1. Sistema de tratamiento anaerobio para la reducción de carga orgánica alta (industria porcícola) y acoplamiento con un sistema de pulimento para la reducción de nutrientes.
TC0904.1. Implementación y validación de la prueba de toxicidad aguda con peces y desarrollo de la metodología preliminar para observar el daño genético en los peces, a través de la reacción en cadena de las polimerasas (PCR), así como implementación de metodologías por cromatografía de gases para compuestos orgánicos y disruptores endócrinos.
TC0905.1. Implementación de herramientas biológicas para determinar la salud del ecosistema acuático, eficiencias de procesos de tratamiento (PTAR) y fuentes de abastecimiento.
TH0903.1. Definición de políticas de distribución del agua mediante simulación y optimización conjunta.
TH0904.1. Implementación de un modelo lluvia-escurrimiento con tránsito de avenidas aplicado a una cuenca piloto en México.
<b>Proyectos con ingresos propios</b>
DP0941.3 Actualización del estudio costo-beneficio para el proyecto de abasto de agua potable en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
DP0942.3 Evaluación técnico-económica de cinco tecnologías para remoción de arsénico en la región de la Comarca Lagunera.
HC0829.4 Humedal para el tratamiento de las aguas residuales de San Jerónimo Purenchécuaro.
HC0830.4 Humedal para el tratamiento de las aguas residuales de San Francisco Uricho y complementación de colectores.
HC0831.4 Evaluación integral (eficiencia, capacitación, seguimiento y apropiamiento) de humedales.

HC0832.4 Modelos comunitarios de captación, almacenamiento y tratamiento de agua de lluvia para consumo humano en Arócutin, San Francisco Uricho y Napízaro, Erongarícuaro.
HC0833.4 Proyectos piloto eficientes y de bajo costo de sistemas de riego en El Rodeo, El Jagüey y Las Cuevas, Tzintzuntzan.
HC0834.4 Transferencia de tecnologías apropiadas en comunidades rurales en la cuenca del lago de Pátzcuaro.
HC0837.3 Transferencia de tecnologías apropiadas en materia de agua en comunidades rurales de la región huasteca en San Luis Potosí.
HC0851.4 Proyecto ejecutivo y materiales para el pretratamiento y colector de la calle Salazar al humedal de Erongarícuaro.
HC0852.3 Determinación de la eficiencia física de los distritos hidrométricos número 2 y 3, y monitoreo del sector hidrométrico número 4 de la ciudad de San Luis Río Colorado, Sonora.
HC0916.3 Dar apoyo y supervisión en el mejoramiento de la medición en infraestructura hidroagrícola: obras de toma de presas de almacenamiento, pozos agrícolas y canales de distritos de riego.
HC0917.3 Suministro, instalación, pruebas y puesta en servicio de medidor de flujo por ultrasonido e integración al actual sistema de monitoreo en la central hidroeléctrica La Villita.
HC0918.3 Programa de Mantenimiento de Medidores en la Red de Canales de los Distritos de Riego.
HC0919.3 Estudio con el análisis de escenarios de modelación de la unión de la laguna Las Garzas con la dársena de San Pedrito en Manzanillo, Colima.
HC0926.3 Construcción de cisternas de captación pluvial en varias colonias.
HC0927.3 Construcción de sanitarios ecológicos secos en los municipios de Temixco y Zacatepec, Morelos.
HC0928.3 Transferencia de biofiltros en Temixco, Morelos.
HC0942.3 Estudio para definir criterios para la sustitución de tuberías de la red de agua potable en la ciudad de México.
HC0943.3 Supervisión de los 28 distritos hidrométricos del Programa de Sectorización 2009, así como el diagnóstico de requerimientos y establecimiento del Programa de Monitoreo y Seguimiento de los 104 distritos hidrométricos instrumentados.
HChc0947.3 Análisis hidráulico de la red de distribución y de líneas de conducción de la ciudad de Matamoros, Tamaulipas.
HC0951.3 Mantenimiento correctivo y caracterización de molinetes.
HC0954.3 Caracterización y análisis del subsistema abiótico del proyecto Aprovechamiento hidráulico de usos múltiples Paso de la Reina, Oaxaca, Componente hidráulica fluvial (Segunda etapa).
HC0955.3 Estudio en modelo físico del funcionamiento hidráulico del vertedor de la presa para control de avenidas y de azolves Pegüis Chico, municipio de Ojinaga, Chihuahua.
HC0956.3 Estudio del modelo físico del funcionamiento hidráulico del vertedor de la presa Los Panales, municipio de Cabo Corrientes, Jalisco.
RD0812.3 Asesoría para la instalación, operación y mantenimiento de la planta de bombeo y red interparcelaria: elaboración del proyecto, ejec. parcelarios y capacitación mediante módulo demostrativo p/la mod. de la Unidad de Riego Río Santiago, margen derecha, DR 043 Estado de Nayarit.
TC0512.4 Biofiltración sobre materiales orgánicos de regiones tropicales y subtropicales: desarrollo IMTA-CRIQ (Cuarta etapa).
TC0725.6 Estudio de clasificación de la bahía de Acapulco, Guerrero.
TC0740.3 Alternativas de tratabilidad para desmineralización del agua destinada al riego en invernaderos.
TC0815.3 Evaluación técnico-económica de cinco tecnologías para remoción de arsénico.
TC0817.6 Diseño y pruebas de funcionamiento de una planta potabilizadora demostrativa unifamiliar o comunitaria para la comunidad de Santana, Guanajuato.

TC0818.3 Diseño ejecutivo, rehabilitación parcial , equipamiento, pruebas y puesta en servicio de la Potabilizadora Fortín II.
TC0826.3 Servicios de asistencia técnica especializada en tratamientos de agua durante las etapas de licitación, desarrollo de ingeniería, preparativos de arranque, arranque y pruebas de comportamiento para el IPC de la unidad desmineralizadora de agua UDA-400.
TC0831.3 Diagnóstico y proyecto ejecutivo para la rehabilitación de las plantas potabilizadoras Villa Parrilla y La Isla I, municipio de Centro, Tabasco.
TC0836.4 Proyecto ejecutivo para el saneamiento de la ciudad de Quiroga.
TC0838.7 Impact of Arundo donax in Mexico and Evaluation of Candidate Biological Control Agents.
TC0847.4 Monitoreo de la calidad del agua del lago y las descargas.
TC0849.4 Saneamiento mediante sistemas no convencionales de la ciudad de Tzintzuntzan.
TC0854.4 Estudio de tres sistemas descentralizados para tratamiento de agua residual en pequeñas comunidades (primera etapa).
TC0859.3 Proyecto funcional y términos de referencia para la licitación "Llave en mano" de la planta potabilizadora de Xicotepec, Puebla.
TC0862.3 Estudio integral para el saneamiento de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez.
TC0873.6 Ahorro de agua mediante recuperación de purgas en torres de enfriamiento a través de la eliminación de microorganismos, sílice y otras especies químicas.
TC0875.3 Actualización del estudio de calidad del agua del río Santiago (desde su nacimiento en el lago de Chapala hasta la presa Santa Rosa) (Primera etapa).
TC0914.3 Prueba demostrativa de control biológico del lirio acuático en un tramo del río Lerma, Estado de México.
TC0919.6 Caracterización toxicológica de la calidad del agua en la cuenca del río Santiago, Jalisco.
TC0920.4 Pruebas experimentales para el desarrollo de una tecnología de tratamiento de residuos de granjas porcícolas (IMTA-CRIQ).
TC0921.3 Riesgos sanitarios asociados al uso de imazapyr, glifosato y adyuvantes utilizados en las formulaciones de los herbicidas utilizados en Nuevo Laredo, Tamaulipas.
TC0923.3 Evaluación de alternativas para aumentar la remoción de nitrógeno total en la PTAR de TDM.
TC0975.3 Actualización del estudio de calidad del agua del río Santiago (Segunda etapa).
TH0717.6 Ubicación y caracterización de zonas en peligro de inundación por marea de tormenta en las costas de México.
TH0718.5 Tendencias climáticas de fenómenos hidrometeorológicos extremos en México durante los últimos cuarenta años.
TH0859.3 Identificación y evaluación de sitios para proyectos hidroeléctricos pequeños en presas, canales y acueductos.
TH0919.3 Caracterización de sedimentos en la presa Valle de Bravo, Estado de México, y evaluación de diferentes técnicas de control de nutrientes.
TH0931.3 Prospección geofísica para la delimitación de zonas de riesgo por la aparición de obras en las colonias Lázaro Cárdenas y Plan de Ayala, municipio de Torreón, Coahuila.
TH0934.3 Análisis de sedimentos, futuros sedimentos y suelos en la zona de influencia del proyecto de la presa Arcediano, estado de Jalisco (Primera fase).
TH0932.6 Investigación hidrogeoquímica del arsénico en el sistema acuífero de la Comarca Lagunera.
TH0922.3 Servicios analíticos del laboratorio de hidrología isotópica.
RD0816.3 Proyecto ejecutivo para la rehabilitación y modernización de obras dispersas del módulo de riego IV, La Calera, del Distrito de Riego 057, Amuco-Cutzamala, Zirándaro, Guerrero.
RD0819.3 Proyectos ejecutivos de las plantas de bombeo para reducir niveles de operación del canal Nuevo Delta, DR 014 Río Colorado, Baja California.

RD0902.3 Inventariar, caracterizar y registrar 12 unidades de riego y elaborar proyectos ejecutivos de nueve redes de distribución y tres tomas directas sobre el río Mezquital, estado de Durango.
RD0908.3 Transferencia de tecnología y capacitación en la instalación de sistemas de drenaje agrícola subterráneo en la margen derecha del río Santiago, estado de Nayarit.
RD0918.3 Mantenimiento de tres sistemas de medición del DR 014, Río Colorado, Baja California.
RD0921.3 Proyecto ejecutivo para tecnificación de la Unidad de Riego Caboraca, municipio de Canatlán, estado de Durango.
RD0924.3 Establecimiento de módulos demostrativos de drenaje agrícola en el área de influencia de las cuencas de los ríos Huixtla, Huehuetán y Coatán, Chiapas.
RD0927.3 Nivelación de precisión a lo largo de circuitos dentro de la zona con hundimientos del DR 014, Río Colorado, Baja California.
RD0928.3 Proyecto ejecutivo para la modernización integral del riego en el módulo de riego V II, del DR 010 Culiacán-Humaya, Sinaloa.
RD0929.3 Establecimiento y evaluación de módulos demostrativos con sistemas de riego y drenaje modernos en la margen derecha del río Santiago.
RD0957.3 Uso y manejo del suelo y cuenca, caracterización edafológica y evaluación del DR 110, Río Verde, Oaxaca, y su potencial ampliación. Proyecto Hidrológico Paso de la Reina.

<b>Programa de Formación de Recursos Humanos</b>
EJES PLAN NACIONAL DE DESARROLLO: Eje 2. Economía competitiva y generadora de empleos Eje 3. Igualdad de oportunidades Eje 4. Sustentabilidad ambiental
PROGRAMA NACIONAL HÍDRICO (Objetivos Rectores): Objetivo 4. Mejorar el desarrollo técnico, administrativo y financiero del Sector Hidráulico
OBJETIVOS RECTORES IMTA: OR4. Impulsar el desarrollo de la ciencia y la tecnología del agua, muy en especial mediante la formación de personal altamente capacitado, a nivel especialización y posgrado.
<b>Proyectos con recursos fiscales</b>
DP0910.1. Fortalecimiento de programas educativos.
DP0911.1. Formación de instructores externos y desarrollo de materiales tecnodidácticos.
HC0906.1. Posgrado conjunto IMTA-UNAM.
DP0822.2. Programación de educación ambiental y del agua.
<b>Proyectos con ingresos propios</b>
DP0520.5 Maestría y doctorado en Gestión Integral del Agua en Cuencas y Acuíferos, del Posgrado en Ciencias y Tecnología del Agua.
DP0743.3 Programa de Capacitación y Educación Ambiental para Trabajadores de PEP (Tercera etapa).
DP0814.7 Programa de Educación, Capacitación y Concientización Ambiental Municipal (Pátzcuaro, Quiroga, Tzintzuntzan, Erongarícuaro, Huiramba).
DP0829.2 Capacitación a técnicos de Prossapys.
DP0914.3 Programa Nacional de Capacitación para el subsector Agua Potable y Saneamiento 2009.
DP0914.4 Programa de Educación, Capacitación y Concientización Ambiental Municipal (Pátzcuaro, Quiroga, Tzintzuntzan, Erongarícuaro, Huiramba).
DP0915.3 Sistema de Capacitación Virtual del IMTA.
DP0916.3 Fortalecimiento de capacidades del sector hídrico 2009.
DP0917.3 Fortalecimiento de capacidades promovido por la COCEF, para el personal de los sistemas de agua potable y residual del Valle de Juárez, Chihuahua.
DP0918.3 Programa de Capacitación 2009 para los integrantes del Consejo de Cuenca del Río Balsas y sus órganos auxiliares, para el fortalecimiento de la gestión integrada de los recursos hídricos a nivel de cuenca hidrológica.
DP0932.3 Aplicación del sistema de cómputo de evaluación socioeconómica de proyectos hidroagrícolas y capacitación en su uso.
DP0934.3 Certificación de competencias laborales para el SAPAET.
HC0952.3 Homologación de criterios y lineamientos técnicos utilizados en la revisión de proyectos ejecutivos de presas, plantas de bombeo y zonas de riego.
RD0909.3 Entrenamiento sobre operación y mantenimiento de tomas parcelarias para el Distrito de Riego 001, Pabellón, Aguascalientes.
RD0916.4 Transferencia de tecnología en información hidroagrícola: seguimiento y graficación en imagen satelital en los módulos 1 y 2, San Juan del Río, Querétaro.
RD0925.3 Capacitación presencial y asistida a la unidad de riego en la promoción de la empresarialidad de las unidades de riego, mediante la implantación del modelo de desarrollo humano integrador y la metodología del desarrollo integral.