

Autoevaluación crítica

Primer semestre 2011



**GOBIERNO
FEDERAL**

SEMARNAT



IMTA
Instituto Mexicano de
Tecnología del Agua



JUNTA DE GOBIERNO



Vivir Mejor

AUTOEVALUACIÓN CRÍTICA

AUTOEVALUACIÓN CRÍTICA

Primer Semestre
2011

Junta de Gobierno

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

CONTENIDO

Presentación	7
<hr/>	
Principales resultados	9
<hr/>	
1 Investigación, desarrollo tecnológico e innovación	9
2 Asesoría y servicios tecnológicos	23
3 Formación de recursos humanos	49
4 Promoción y difusión del conocimiento	57
5 Otras actividades relevantes	63
6 Premios y distinciones	65
<hr/>	
Anexos	67
<hr/>	
1 Patentes	67
2 Vinculación con centros de investigación y desarrollo tecnológico	69
3 Catálogo de proyectos en desarrollo durante 2011 (junio)	71



PRESENTACIÓN

Este 2011 el Instituto Mexicano de Tecnología cumple 25 años. Durante ellos, como centro de investigación del sector hídrico, ha construido un conocimiento científico y tecnológico a partir de una visión basada en el trabajo multidisciplinario de sus investigadores que, hoy en día, proporciona soluciones para que quienes toman decisiones soporten con mejores criterios el diseño de políticas públicas que respondan a la problemática hídrica propia de nuestra nación.

La presente *Autoevaluación crítica. Primer Semestre 2011* muestra los principales resultados y avances alcanzados en este lapso en los proyectos llevados a cabo por el Instituto.

Algunos de los proyectos desarrollados son: *Acciones de adaptación al cambio climático en los recursos hídricos, Pronóstico meteorológico e hidrológico, incluyendo la relación océano-atmósfera; Investigación hidrogeoquímica del arsénico en el sistema acuífero de la Comarca Lagunera; Modelación de los escurrimientos del río Verde, tramo presa Ricardo Flores Magón-desembocadura; Análisis técnico y económico de tecnologías para remoción de fluoruros; Sistema de información geográfica G-InvIH; Estudio hidrológico del Valle de Vizcaíno: modelo conceptual y análisis piezométrico del acuífero Vizcaíno, BCS; Introducción de tecnologías apropiadas de saneamiento y tratamiento de aguas residuales en la operación del Programa Hábitat-SEDESOL; Planeación regional para la sustentabilidad hídrica en el mediano y largo plazos en las regiones hidrológico-administrativas; Apoyo y supervisión en el mejoramiento de la medición en infraestructura hidroagrícola en obras de toma de presas de almacenamiento y canales de los distritos de riego; Desarrollo de un sistema de gestión de la calidad para la operación de las estaciones agroclimáticas; Estudio y asistencia técnica para la licitación e instalación de siete plantas potabilizadoras para remoción de arsénico en Torreón; Diseño y pruebas de funcionamiento de una planta potabilizadora demostrativa unifamiliar o comunitaria para la comunidad rural Peregrina, Guanajuato, y Estudio socioeconómico para la reestructuración tarifaria de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.*

De igual forma, se han venido efectuando proyectos conjuntos con otros centros nacionales e internacionales de investigación e instituciones de educación. Con la Universidad Nacional Autónoma de México: *Filtración de aguas residuales con contaminantes recalcitrantes para remoción de macronutrientes*; con la Universidad Politécnica de Morelos: *Tratamiento de lixiviados procedentes del cultivo de jitomate hidropónico, para su integración a la solución nutritiva*; con el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California: *Nivelación de precisión a lo largo de circuitos dentro de la zona con hundimientos del Distrito de Riego 014, Río Colorado*, y con el Centro de Investigación Industrial de Quebec: *Pruebas experimentales para el desarrollo de una tecnología de tratamiento de residuos de granjas porcícolas y Mantenimiento y seguimiento de la vitrina tecnológica BIOTROP en la escuela Secundaria No. 2 de Cuernavaca, Morelos.*

En lo referente a la formación de recursos humanos especializados, se encuentran, entre otros, los proyectos: *Maestría y doctorado en Gestión Integral del Agua en Cuencas y Acuíferos, del Posgrado en Ciencias y Tecnología del Agua; Programa de Capacitación Presencial para el Sector Hídrico 2011 e Instrumentación de un programa de capacitación y certificación de las competencias laborales del personal para la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento de Tabasco (CEAS-Tabasco) 2011.*

Es así que el IMTA, ahora con 25 años de existencia y como Centro Público de Investigación, renueva su compromiso con la ciencia y la tecnología, y continúa abriendo posibilidades de vinculación con la sociedad.



PRINCIPALES RESULTADOS

I.1

INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN

Acciones de adaptación al cambio climático en los recursos hídricos

El IMTA realiza acciones sinérgicas en el sector para apoyar la generación de conocimientos sobre el ciclo hidrológico y, en particular, contribuir a la reducción de la vulnerabilidad de los recursos hídricos ante los efectos del cambio climático a través de la modelación matemática del clima y la elaboración de estudios de evaluación de este fenómeno sobre el ciclo hidrológico. Para ello, se ha mantenido una estrecha colaboración con diversas dependencias de sector.

Actualmente se genera un documento técnico-científico que incluye acciones inmediatas de adaptación, considerando la cantidad y calidad de agua disponible en las zonas más vulnerables de México, alineado con los programas estatales respectivos desarrollados en el marco del Programa Especial de Cambio Climático.

Las medidas de adaptación propuestas apoyan los trabajos de la SEMARNAT en el tema, en particular, en lo referente al recurso hídrico.

El estudio realizado permitirá a quienes deciden y a responsables de planeación en los ámbitos local y nacional, instrumentar acciones y contribuir al desarrollo e implementación de políticas de Estado en materia de cambio climático.

Paleotempestología de la región de El Caribe: estudio de la variabilidad espacio-temporal de la actividad de huracanes

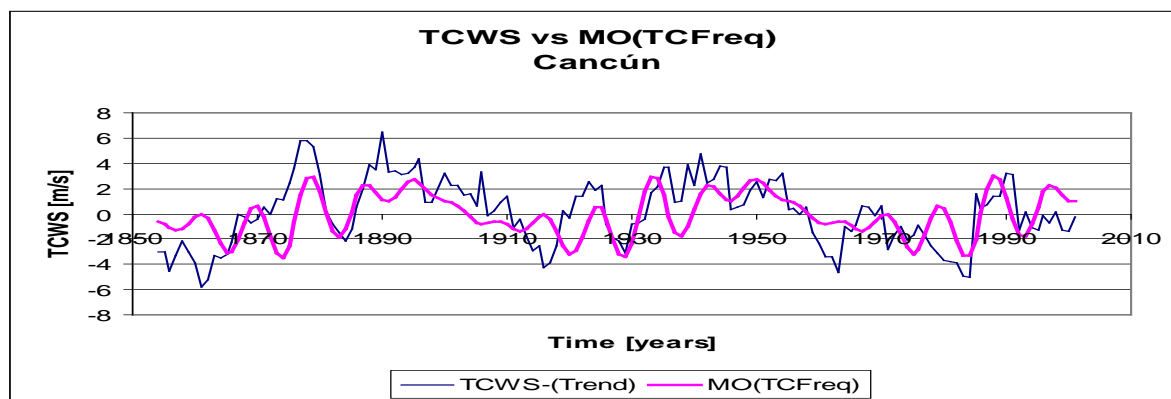
El estudio de los huracanes es importante en la investigación del cambio climático, en especial aquellos que inciden en el Caribe. Para conocer y caracterizar mejor el impacto de los ciclones tropicales en el último milenio, en 2003 se propuso al Inter-American Institute for Global Change Research (IAI, por sus siglas en inglés) un proyecto piloto de investigación acerca de los huracanes que han afectado en los últimos siglos a las costas de Centroamérica, Caribe y Golfo de México. Durante 2004 y 2005 se formó un grupo de investigadores para la reconstrucción climática de huracanes que iniciaron una colaboración interdisciplinaria y desarrollaron otra propuesta de mayor alcance.

En este proyecto se ha estudiado la variabilidad espacial y temporal de la actividad de los

huracanes en el Caribe a lo largo de múltiples escalas temporales, con intervalos de años a milenios, empleando los principios y métodos de la paleotempestología, una reciente disciplina científica que estudia la actividad ciclónica tropical del pasado por medio de técnicas geológicas y de investigación histórica. El IMTA contribuye a analizar las condiciones climáticas propicias/adversas para la generación de huracanes a lo largo del tiempo y las influencias de las oscilaciones multidecadales del Atlántico.

Los principales resultados han sido la obtención de la historia climática de los últimos mil años del Caribe, el pronóstico interanual de huracanes, el pronóstico de El Niño-Oscilación del Sur (ENSO, por sus siglas en inglés) y las velocidades máximas del viento ciclónico.

Con ello se logra mayor conocimiento de la variabilidad de huracanes en el Caribe, la actualización de las velocidades máximas del viento ciclónico y de las alturas máximas del oleaje ciclónico para el diseño de infraestructura y el establecimiento de una red internacional de investigadores enfocada en el análisis de la variabilidad climática de los ciclones tropicales.



Comparación de velocidades máximas del viento ciclónico reconstruidas en Cancún, QR, y las oscilaciones multidecenales de la frecuencia de ciclones tropicales del Atlántico.

Punto Nacional de Contacto Sectorial en el Área Prioritaria de Medio Ambiente y Cambio Climático

El objetivo principal de este proyecto es crear una infraestructura de enlace entre Puntos Nacionales de Contacto Sectorial (PNCS), que realice y mantenga un mapeo de las capacidades científicas y tecnológicas nacionales. Con ello se busca promover la articulación de Redes de Cooperación Tecnológica con la comunidad científica y tecnológica internacional, empresas, centros de investigación, instituciones de educación superior, cámaras y asociaciones y, en general, actores asociados al tema prioritario de medio ambiente y cambio climático, en particular, con los capítulos en el extranjero conformados por la red de talentos mexicanos en el exterior, auspiciados por el Instituto de Mexicanos en el Exterior de la Secretaría de Relaciones Exteriores.

Entre los principales resultados del primer semestre del 2011 destacan: actualización y mantenimiento de mecanismos de promoción y



difusión mediante la permanencia y actualización de una página web que funciona como el portal del PNCS en el tema de medio ambiente y cambio climático (<http://pncs.imta.gob.mx>); también se actualizó el mapa de instituciones y empresas que trabajan con el tema de medio ambiente y cambio climático, tanto a nivel nacional como internacional. El IMTA, como PNCS en Medio Ambiente y Cambio Climático, ha colaborado de manera muy activa en jornadas informativas organizadas por el Instituto de Mexicanos en el Exterior, con la presencia de los capítulos de mexicanos en el exterior de los cinco continentes, que conforman la red de talentos a nivel mundial. Asimismo, se ha participado en talleres en el tema de Agua, Medio Ambiente y Cambio Climático, dentro del Séptimo Programa Marco de Cooperación con la Unión Europea.

Con lo anterior, el IMTA contribuye a proponer iniciativas de colaboración con extranjeros o mexicanos residentes en el exterior y con expertos dentro del territorio nacional, que trabajen en el tema de medio ambiente y cambio climático, con la finalidad de fortalecer la internacionalización de las instituciones científicas y tecnológicas mexicanas, para generar proyectos de alto valor agregado con un efecto positivo sobre la competitividad, el crecimiento y el empleo en la economía nacional, así como, aprovechar el potencial de los Talentos Mexicanos en el Exterior.

Pronóstico meteorológico e hidrológico, incluyendo la relación océano-atmósfera

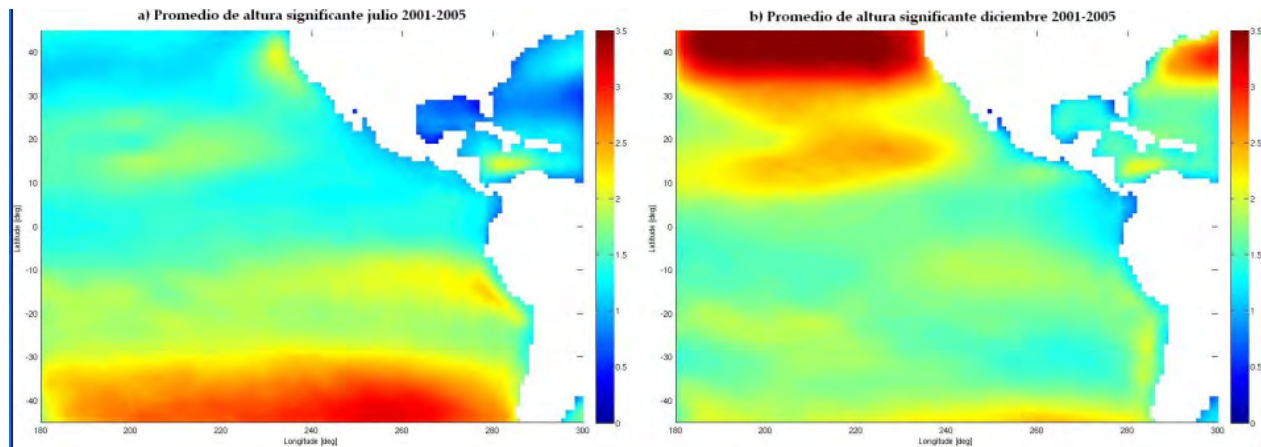
Este proyecto tiene dos vertientes: 1) evaluar el potencial energético de oleaje mediante simulaciones numéricas en costas mexicanas

y 2) desarrollar un sistema automatizado para el pronóstico del tiempo meteorológico y monitoreo de lluvia a escala nacional. Los resultados del proyecto se publican en el portal Galileo del IMTA (<http://galileo.imta.mx>).

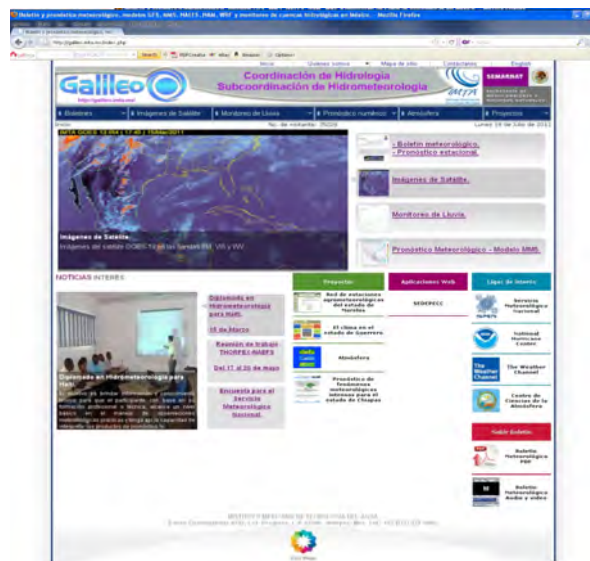
Al mes de julio se cuenta con los siguientes avances: definición de mallas para la simulación de oleaje (Pacífico, Caribe y Golfo de México); descarga de las condiciones iniciales del NARR (Reanálisis de Norteamérica) para los cincuenta años de simulación; simulación de veinte de los cincuenta años de simulación numérica de oleaje; resultados del proceso de simulación numérica lluvia-escorrentía en una cuenca del país; generación de bases de datos

con las coordenadas de las cuencas hidrológicas, y diseño, implementación y pruebas de la interfaz dinámica para la consulta del pronóstico numérico.

Con el avance de la tecnología, la sociedad recurre con mayor frecuencia a la consulta del estado del tiempo, siendo el portal citado un referente al contar con pronóstico numérico meteorológico a 72 horas con los modelos GFS, MM5, NAM y WRF. Como impacto científico resalta la aplicación operativa del modelo GFS para el pronóstico de lluvia a 16 días por cuenca hidrológica. Con el análisis de zonas costeras mexicanas con mayor potencial de oleaje, es posible también evaluar la factibilidad de aprovechar esta fuente alternativa de energía.



Altura significativa simulada (2001-2005) de los meses julio (a) y diciembre (b).



Página principal de <http://galileo.imta.mx>

Investigación hidrogeoquímica del arsénico en el sistema acuífero de la Comarca Lagunera

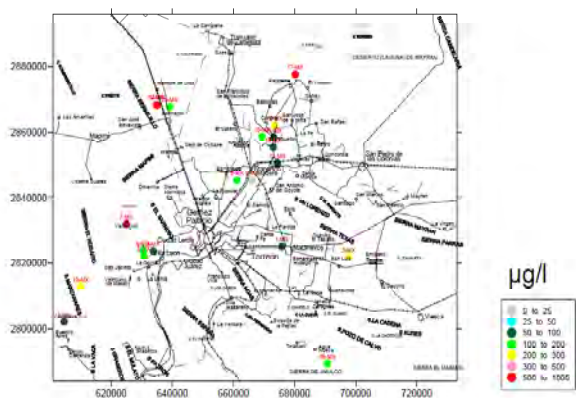
El tratamiento a profundidad del agua subterránea (tratamiento in situ) ha sido exitosamente aplicado en la remoción de hierro y manganeso. El procedimiento está basado en el bombeo del agua subterránea de un pozo a otro después de la inyección de oxígeno atmosférico. El pozo de recarga puede ser posteriormente utilizado como fuente de abastecimiento de agua. Esta técnica puede también ser aplicada para reducir las concentraciones de arsénico en agua subterránea que contiene grandes cantidades de arsénico y hierro. El Instituto de Manejo de los Recursos Hídricos de la Universidad Leibniz de Hannover (WAWI, por sus siglas en alemán) desarrolló una tecnología de tratamiento in situ, la cual es aplicable a enlaces orgánicos e inorgánicos de especies arsenicales. Sin embargo, el diseño de una estrategia de remediación in situ requiere del conocimiento de la geoquímica e hidrología del sistema acuífero donde se mueve el agua subterránea y el arsénico.

Los principales resultados a la fecha son:

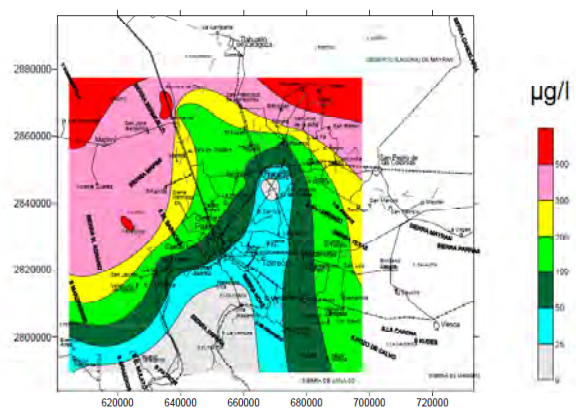
Se realizó la modelación geoestadística tridimensional con el fin de determinar los estratos más ricos en arsénico y su distribución, sus curvas de isovalores y otros elementos de las muestras de agua subterránea de los años 1991, 2006 y 2010 del acuífero principal de la Comarca Lagunera mediante el programa SURFER. Con ello se determinó la evolución del arsénico y otros elementos en tiempo y espacio, así como el posible incremento con la profundidad.

Se realizó la modelación geoquímica de los resultados analíticos con los modelos Aquachem 4.0 y PHREEQC-2 para estudiar los procesos geoquímicos con el fin de encontrar el origen de la contaminación por arsénico y las condiciones adecuadas para el tratamiento in situ. Se obtuvo la matriz de correlación entre los parámetros medidos y calculados, la interpretación de la interacción agua roca y el cálculo de los índices de saturación de minerales seleccionados.

Con base en los resultados de la actividad anterior, se está en proceso de seleccionar los sitios donde sea posible aplicar el tratamiento in situ. Lo anterior será definido de común acuerdo con los investigadores de la Universidad Leibniz de Hannover.



Altura significante simulada (2001-2005) de los meses julio (a) y diciembre (b).



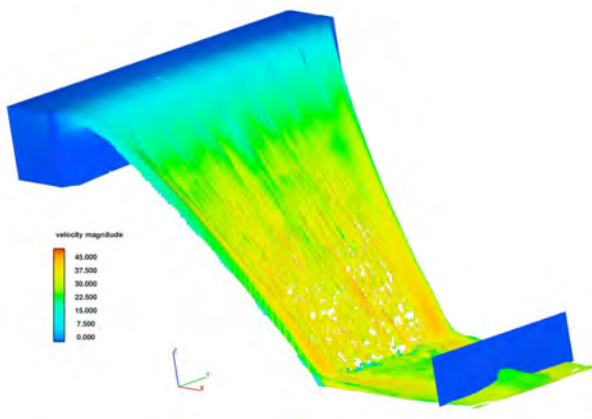
Localización de los sitios muestreados.

Simulación física y matemática del flujo en vertedores escalonados

El diseño de vertedores escalonados se ha llevado a cabo mediante el uso de modelos físicos de laboratorio. En este tipo de estudios, los efectos de escala (sobre todo para grandes presas) y la falta de instrumentación adecuada para medir las velocidades y presiones en el dominio de cálculo, son algunos problemas con los que los modeladores se enfrentan.

Para evitar dicha problemática, se trabaja en una línea de investigación que recurre a la modelación y simulación numérica del vertedor escalonado, adoptando sus dimensiones de prototipo. Hasta ahora los resultados han sido satisfactorios, ya que ha sido factible visualizar y obtener el comportamiento y los valores de nivel de la superficie libre así como los de la presión y la velocidad en toda la región de flujo.

En 2011 se han realizado diferentes pruebas numéricas y se ha logrado reproducir el flujo entre escalones, así como el flujo rasante en diferentes geometrías de vertedores escalonados.



Modelación numérica del vertedor escalonado de la presa el Zapotillo, Jalisco.

De continuar con los resultados favorables en las simulaciones, a corto plazo se podrían establecer criterios para revisar y mejorar el diseño de los vertedores escalonados y, consecuentemente, reducir el número de propuestas de geometría a ser analizadas en modelos físicos; a largo plazo, se podría utilizar únicamente la modelación numérica para el diseño de los mismos. En ambos casos, se reducirían costos en mano de obra e instrumentación, y se obtendrían resultados libres de errores por efectos de escala.

Evaluación de dos técnicas emergentes para medir la velocidad del agua en canales y ríos

Los métodos usados para aforar en canales y ríos son: "área-velocidad" y "velocidad índice". Ambos requieren medir la velocidad del agua en sitio. Hoy en día, las técnicas actuales para medir la velocidad del agua utilizan equipos que deben sumergirse dentro del agua, lo cual no es siempre práctico. Por lo anterior, sería deseable contar con instrumentos que puedan medir la velocidad del agua sin ser sumergidos.

En el IMTA se han probado dos técnicas desarrolladas con esa finalidad:

- Velocimetría por imágenes de partículas (PIV) a gran escala. Se consiguió la última versión de un *software* (MAT_LSPIV) para aplicar la técnica y se evalúa dicho *software* para distintos tipos de imágenes. También, se prueban distintos tipos de trazadores en condiciones de laboratorio.
- Radar portátil de efecto Doppler. Se tiene un radar portátil con inclinómetro integrado ("Stalker Pro II SVR") y se prueba en condiciones de laboratorio. Asimismo, se prueban velocímetros

más convencionales para elegir uno como referencia cuando se pretenda estimar la velocidad superficial del agua.



El IMTA ha desarrollado el PIV a gran escala. El MAT_LSPIV resulta de fácil uso para procesar imágenes, aunque el tiempo necesario para procesar datos es de varias horas. Igualmente, para el Radar portátil de efecto Doppler, radar Stalker Pro II SVR es de fácil uso y da resultados consistentes cuando la velocidad del agua es mayor a 0.5 m/s, aunque el instrumento no es aún muy preciso en la práctica (incertidumbre del orden de ± 0.2 m/s).

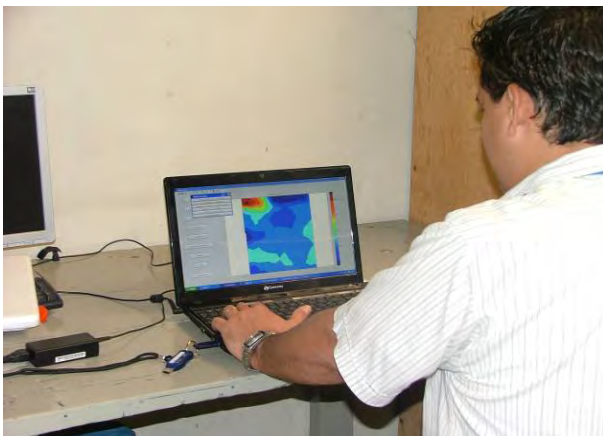
Estos métodos permiten aforar en canales y ríos de una manera más rápida y segura, ya que conociendo la velocidad superficial del agua en canales y ríos se puede estimar el gasto con el método de la "velocidad índice".

Los métodos también permiten investigar el comportamiento de obras hidráulicas debido a que, potencialmente, las dos técnicas podrían determinar perfiles de velocidad superficial en obras hidráulicas.



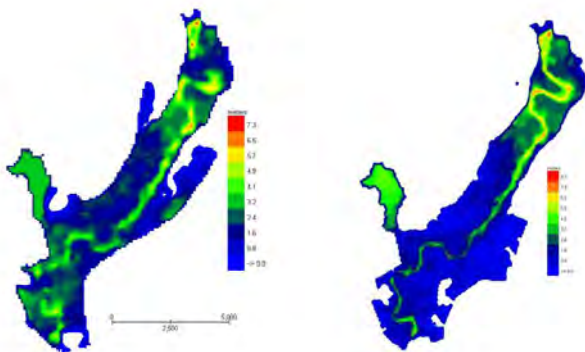
Modelación de los escurrimientos del río Verde, tramo presa Ricardo Flores Magón-desembocadura

Este proyecto da continuidad a los trabajos realizados durante el periodo 2008-2010 en el río Verde Oaxaca, encaminados a establecer las condiciones actuales de los escurrimientos en la parte baja del río, desde el sitio proyectado de la presa Paso de la Reina hasta su desembocadura al océano Pacífico. Se está analizando la interacción del río Verde con las zonas aledañas inundables, en particular con el Parque Nacional Chacahua y las lagunas Chacahua y El Espejo, y si dicha interacción se verá impactada con la presencia de la presa en proyecto Paso de la Reina.

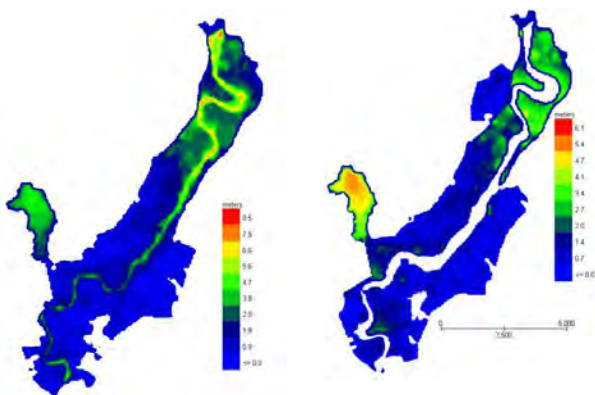


Se desarrolló una aplicación del modelo hidrodinámico bidimensional FLO2D para la zona baja del río Verde, en el tramo comprendido entre la presa derivadora Ricardo Flores Magón y la desembocadura, donde se ha considerado la topografía levantada durante el año 2010. Con este modelo se han realizado diversas simulaciones para varios tamaños de malla.

Desde el punto de vista de la modelación hidrodinámica en ríos, los resultados muestran la importancia que tiene la adecuada discretización del dominio de cómputo, en cuanto a la validez de la modelación con base a la información topográfica disponible.



Comparación de profundidades máximas para dos tamaños de malla, en el río Verde, Oaxaca, tramo presa derivadora Ricardo Flores Magón-desembocadura.



Comparación de profundidades máximas para el mismo tamaño de malla y dos tipos de modelaciones, en el río Verde, Oaxaca, tramo presa derivadora Ricardo Flores Magón-desembocadura.

Pruebas experimentales para el desarrollo de una tecnología de tratamiento de residuos de granjas porcícolas (IMTA-CRIQ)

Se han continuado los trabajos que se llevan a cabo desde 2009 entre el IMTA y el Centre de Recherche Industrielle de Québec (CRIQ) de Canadá, con el objetivo de desarrollar un sistema de tratamiento anaerobio para la reducción de carga orgánica alta y acoplamiento con un sistema de pulimento para la reducción de nutrientes.

Se instalaron, para operar en condiciones reales, los sistemas combinados de remoción de carga orgánica con procesos anaerobios y pulimento por biofiltración para la remoción de nitrógeno en una granja porcícola de engorda (5,000 cabezas) ubicada en Jojutla, Morelos, el cual funciona de manera continua desde enero del presente año.

Los primeros procesos de tratamiento (separación sólidos y degradación anaerobia de materia orgánica) de la Planta Piloto Móvil (PPM) continúan operando de forma estable. En conjunto, remueven el 85% de la demanda química de oxígeno (DQO) y 87% de los sólidos suspendidos totales (SST). El proceso de biofiltración sobre lecho orgánico para el pulimento del agua residual está en el proceso de estabilización y remueve el 84% del N-NH₄⁺ y aumenta la remoción de la DQO a 98% y la de los SST a 97 por ciento.

Para ello, se diseñó y se construyó un vermifiltro a escala piloto para determinar los parámetros de diseño para un sistema a escala domiciliaria. Actualmente, el sistema lleva operando de manera regular treinta días (etapa de aclimatación y estabilización) y se observa una remoción del 70% de la DQO. Asimismo, este sistema se probará in

situ bajo condiciones reales en la colonia Progreso, Jiutepec, Morelos, para utilizar el agua residual tratada en el riego de frutales y áreas verdes.



Planta instalada en la granja porcícola de Jojutla, Morelos.

Filtración de aguas residuales con contaminantes recalcitrantes para remoción de macronutrientes

Este proyecto se realiza como parte de los trabajos de investigación básica y en colaboración con el Instituto de Ingeniería de la UNAM y la Universidad de Guanajuato, y con el auspicio del Fondo Sectorial de Investigación para la Educación del CONACYT.

Se desarrollaron los protocolos de investigación para: 1) efecto de la granulometría, la carga orgánica y la velocidad de filtración en la remoción de macronutrientes de agua residual municipal; 2) efecto de la relación C/N y la aireación en la remoción de ambos macronutrientes de agua residual agroindustrial, y 3) remoción por filtración (sobre materiales orgánicos y

membranas) de colorantes Azo y aditivos presentes en agua residual de industria textil.

Se trabaja en el desarrollo de una tecnología de fácil operación y mantenimiento, y de bajo costo para el tratamiento de aguas residuales domésticas. Se espera que la información generada en este proyecto constituya un apoyo a los esfuerzos para dar solución al problema de saneamiento en pequeñas localidades y unidades habitacionales.

Residuos de tratamiento de emergentes: remoción de contaminantes emergentes de importancia sanitaria y ambiental; disminución del impacto sanitario y ambiental de los desechos generados

Durante 2009 y 2010 en el IMTA se llevaron a cabo proyectos relacionados con los llamados contaminantes emergentes en agua para consumo, analizando temas como: riesgos sanitarios y ambientales, normatividad, transformación y transporte en el ambiente, estudios de caso, técnicas de monitoreo y análisis, así como sistemas de tratamiento y pruebas de tratabilidad para la remoción de este tipo de contaminantes en fuentes de abastecimiento. De estos trabajos, se identificaron dos grandes problemas: a) la alta concentración de contaminantes emergentes presentes en el agua de rechazo que resulta del tratamiento mediante procesos de membrana y, b) falta de información sobre los riesgos ambientales y sanitarios asociados al tratamiento y disposición de estas salmueras o rechazos. Actualmente, se exploran herramientas

complementarias a los métodos tradicionales, tales como las comparaciones estructura-actividad de las moléculas para evaluar la posible toxicidad y se llevan a cabo pruebas de tratabilidad mediante procesos de oxidación avanzados, para reducir la cantidad, diversidad y posible actividad farmacológica o toxicológica de los contaminantes emergentes presentes en el agua de rechazo.

Se llevaron a cabo pruebas de tratabilidad mediante nanofiltración en dos fuentes de suministros ubicadas en el Valle del Mezquital: el manantial Cerro Colorado y el pozo Tezoquipa. El primero tiene una concentración de sólidos disueltos totales



Vista de la planta piloto instalada en el Cerro Colorado.



Muestreo de sustancias emergentes en instalación piloto.

que corresponde a la concentración promedio de 21 fuentes muestreadas en toda la extensión del Valle; en la segunda fuente se detectó una presencia importante de contaminantes emergentes.

En las pruebas de tratabilidad las sustancias minerales se removieron aproximadamente al 90%, que corresponde con la capacidad nominal de las membranas utilizadas. La remoción de contaminantes orgánicos fue menor, osciló entre 60 y 100%, la variabilidad puede deberse a la presencia de compuestos organoclorados de tamaño molecular < 200 Da y sin carga electrostática, condiciones que afectan la efectividad de los procesos de membrana. A la salmuera, que concentra sales y materia orgánica rechazada en el proceso de tratamiento, se le agregó ozono con el fin de degradar la materia orgánica presente y de esta forma reducir el nivel de riesgo ambiental.

Se espera que la información generada en este proyecto constituya un soporte para reducir los riesgos sanitarios y ambientales derivados de la continua liberación al ambiente de fármacos, hormonas y otros productos para el cuidado personal y de uso frecuente.

Análisis técnico y económico de tecnologías para remoción de fluoruros

El flúor es un elemento esencial y componente importante en la estructura de huesos y dientes y está presente en forma natural en el agua de consumo humano. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda un valor guía de 1.5 mg/L de fluoruros en agua para consumo humano. Con base en ello, la normatividad mexicana a través de la NOM 127 SSA1-1994 (Modificación del año 2000) establece ese mismo valor como límite permisible.

El IMTA trabaja en la evaluación a escala laboratorio de tecnologías actuales y no convencionales para remoción de fluoruros en agua para consumo humano, incluyendo aspectos técnicos y económicos.

Se realizaron pruebas en lotes para determinar la capacidad del carbón de hueso para remover fluoruros, a una temperatura constante de 30 °C. Las pruebas se hicieron con y sin ajuste de pH del agua. Considerando que la concentración máxima permisible para el agua obtenida del tratamiento fuera 1.0 mg/L, los resultados muestran que se requeriría un gramo de carbón para remover 5.6 mg de fluoruros si se ajusta el pH a alrededor de 7.0. Para tener certeza de la capacidad de adsorción de los materiales, se llevarán a cabo pruebas en columna y todos los procesos se estudiarán utilizando agua del pozo La Herradura, ubicado en Celaya, Guanajuato, el cual contiene una concentración de fluoruros de 3.0 mg/L.

Una vez concluido el proyecto, se contará con información del desempeño de los procesos de tratamiento evaluados. El informe final abarcará la eficiencia de remoción, las ventajas y limitantes, además de los costos del tratamiento, todo obtenido a escala laboratorio. Esta información será útil como referencia para los casos en los que se requiera seleccionar el tratamiento adecuado para alguna fuente de agua contaminada con fluoruros.



Pruebas de adsorción de fluoruros con carbón de hueso a temperatura constante.

Sistema de información geográfica G-InvIH

El G-InvIH es un sistema de información geográfica que incorpora una base de datos de redes de canales, caminos y drenes en conjunto con la infraestructura hidroagrícola. Incluye pozos, equipos de bombeo y redes de tubería interparcelaria. Respecto a la red de canales y drenes, concentra información topogeométrica, mientras que para la infraestructura de control, protección, distribución y medición reúne elementos geométricos e hidráulicos para caminos e incorpora información de material y geométrica. Dicho sistema es un componente del ICAM-Riego (Información de Campo y Administrativa para Módulos de Riego), desarrollado por el IMTA.

El sistema asiste el trazo de redes y tramos directamente sobre la imagen de satélite, o bien con apoyo de un GPS (sistema de geoposicionamiento) y un programa de captura de información geométrica y fotográfica georeferida en computadora de bolsillo. Es a través de archivos como se inserta la información sobre la base de datos y la imagen de satélite. El sistema permite recorridos virtuales de infraestructura en imagen de satélite y fotografía panorámica.

En este semestre, el sistema ha realizado los reportes de interés a las asociaciones de usuarios y la CONAGUA con texto, gráficos y en imagen satelital, desde una escala de estructuras hasta distrito de riego, además de exportar la información a sistemas SIG (sistemas de información geográfica) comerciales.

Asimismo, se ha desarrollado un sistema de inventario de infraestructura que además proporciona la materia prima para entrelazar la información georeferida del G-InvIH al sistema de conservación (Sis-con) en proceso de programación.

La información topogeométrica es la requerida para calcular, a través del sistema, los requerimientos de conservación normal (conceptos y cantidad denominados hoja viajera) y dar supervisión remota a la ejecución de obra mediante uso de tecnología GPS.

El sistema G-InvIH colecta, sistematiza y procesa la información del inventario de infraestructura hidroagrícola, además de realizar reportes de interés de la asociación y de instituciones como la Comisión Nacional del Agua.

El sistema ha sido transferido en tres asociaciones de usuarios en una superficie de 11,500 ha en el Distrito de Riego 023, San Juan del Río, Querétaro.

Así es como el IMTA contribuye a detonar sistemas de información que provean datos reales y oportunos, en tiempo y espacio, para administrar el inventario hídrico conforme a los requerimientos del mercado. Con ello, se mejora la gestión de los sistemas de riego y se puede determinar una estrategia integral de la agricultura de riego y dictar políticas de seguridad agrícola dirigidas a mejorar el factor altamente aleatorio de la rentabilidad en los cultivos de las zonas agrícolas de México.



Aplicación del sistema G-InvIH en el DR 023, San Juan del Río, Querétaro.

Plan Hídrico de Gran Visión en la cuenca de los ríos Amecameca y La Compañía

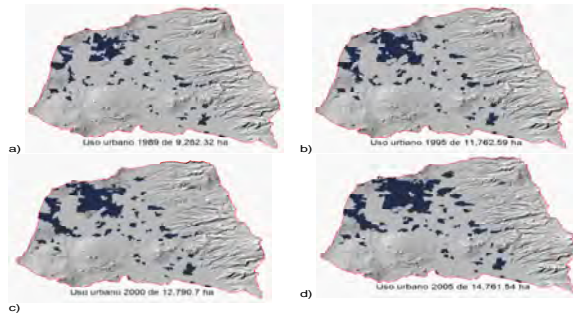
La cuenca de los ríos Amecameca y La Compañía, es uno de los territorios más poblados del país, con una población aproximada a 1,500,000 habitantes que ejercen una gran demanda de agua y en la que se ha diseñado infraestructura para el transporte de aguas residuales cuyo destino final es el Valle del Mezquital, en Hidalgo.

En la cuenca existe contaminación de los afluentes y cuerpos de agua debido a la descarga de aguas residuales generadas en las casas de las comunidades (menor grado) y poblaciones (mayor grado), aunque también es factor importante el aporte de la industria que tiene una fuerte actividad en este territorio. Por ello, el Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México solicitó al IMTA elaborar un Plan Hídrico de Gran Visión como instrumento para impulsar el desarrollo de esta región.

En este contexto, el Instituto desarrolló un Sistema de Información del Plan Hídrico de Gran Visión (SICRACom) que permitirá concentrar, organizar y clasificar la información generada durante la elaboración y puesta en marcha del Plan, y servirá como herramienta para facilitar el flujo e intercambio de información entre las distintas entidades involucradas, con lo que se facilitará el análisis de la información y servirá como soporte para la toma de decisiones a nivel gerencial.

Asimismo, junto con los principales actores de la cuenca, se desarrolló el Plan Hídrico de Gran Visión, el cual plantea como objetivo central el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la cuenca. Para ello, se identificaron los siguientes seis objetivos estratégicos: 1) educación ambiental en la cuenca, 2) gestión de los recursos hídricos, 3) manejo de los

recursos forestales, 4) contar con infraestructura, 5) controlar los asentamientos humanos y 6) disminuir la contaminación del agua.



Crecimiento de la mancha urbana en la cuenca.

OBJETIVO	No. PROYECTOS	COSTO (MILES)	% DEL TOTAL
1. Lograr tener educación ambiental en la cuenca.	11	77,040.00	1.61
2. Aprovechar de manera adecuada el recurso hídrico.	6	94,400.00	1.97
3. Manejar adecuadamente los recursos forestales.	13	565,145.00	11.80
4. Contar con una infraestructura adecuada.	6	54,620.00	1.14
5. Lograr un control sobre los asentamientos humanos.	12	101,216.00	2.11
6. Disminuir la contaminación del agua.	5	3,897,898.00	81.37
TOTALES	53	4,790,319.00	100.00

Costos para implementar el Plan Hídrico de Gran Visión.

Gobernanza del agua

Durante las dos últimas décadas, los conceptos de gobernabilidad y gobernanza han aparecido en la gestión integrada de recursos hídricos y, en un marco más general, han sido relacionados con el ambiente. Así, algunas agencias internacionales han referido el concepto de gobernanza o gobernabilidad, en idioma inglés, sin que haya habido una traducción eficaz del

término al español, sobre todo en el significado y en sus referencias. El IMTA ha propuesto el desarrollo de un documento cuyo objetivo principal sea presentar un panorama sobre la gobernanza del agua en México, que incluya los temas sustanciales desde las ciencias sociales y que refleje la multidimensionalidad de este enfoque. El documento está dividido en capítulos y se ha nombrado a un coordinador de cada uno de ellos, todos especialistas en ciencias sociales.

A la fecha se cuenta con avances significativos en el proceso de redacción de los capítulos del documento. Los autores invitados pertenecen, entre otras instituciones, a OCDE, Banco Mundial, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Universidad Nacional Autónoma de México (varios institutos), Instituto Nacional de Antropología e Historia, Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza, Fundación Chile, Colegio de la Frontera Norte, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Colegio de México, Colegio de San Luis, UNESCO, Escuela Nacional de Antropología e Historia, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Colegio de Posgraduados, Universidad de Guadalajara, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Universidad de Recursos Naturales y Ciencias de la Vida aplicadas, Viena, etcétera.

El principal impacto esperado en el proyecto es científico, ya que se intenta contar con un documento académico y de investigación que recoja la discusión en torno a los principales elementos del concepto de gobernanza del agua.



ASESORÍA Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS

1.2

TRABAJOS DE COLABORACIÓN CON LA SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Estudio hidrológico del Valle de Vizcaíno: modelo conceptual y análisis piezométrico del acuífero Vizcaíno, BCS

La Reserva de la Biósfera del Vizcaíno mantiene un delicado ecosistema. Por ello, es una necesidad prioritaria cuantificar el volumen de agua superficial y subterránea.

Dentro de los límites de la Reserva está el acuífero de Vizcaíno. El modelo conceptual del acuífero

contempla que la zona de recarga se ubica en las partes altas de la cuenca y una fracción del volumen precipitado escurre por los cauces de los arroyos y se encauzan hasta llegar al valle. Tomando en cuenta los datos de precipitación y evaporación, se concluye que el volumen por recarga vertical es menor, comparado con el volumen que recarga al acuífero por entradas horizontales.

El balance de agua subterránea resultante estima: recarga vertical, 0.9 hm³/año; recarga total, 43.69 hm³/año; descargas naturales comprometidas, 6.06 hm³/año; volumen total concesionado, 37.82 hm³/año; disponibilidad de agua subterránea de -0.2 hm³ anuales.

En términos generales, ya no existe disponibilidad de agua subterránea, por lo que no es recomendable

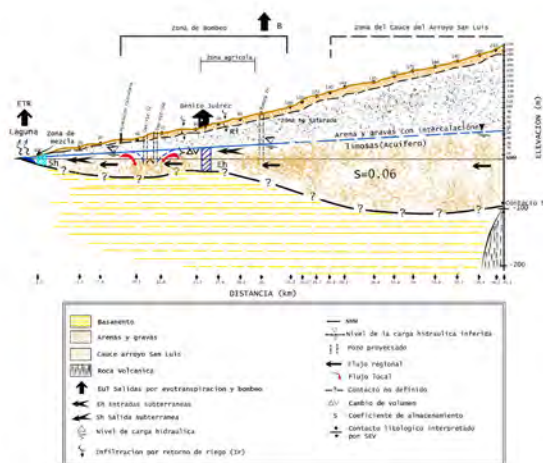
aumentar el valor de la extracción de agua subterránea o el valor de la entrada horizontal, con la finalidad de no afectar el balance.

El valor promedio de la temperatura es de 16.46 °C, de la precipitación media anual de 103.80 mm/año y la evaporación media anual en el periodo 1953-2005 es de 1,904.01 mm/año. En 2011, los estadígrafos de profundidad indican un valor promedio de 33.71 m, con máximos de 60.57 m (al norte) y mínimos de 5.95 m (al oeste). El valor promedio de la carga hidráulica para el año 2011 es de 35.42 m, presentando valores mínimos de 13.78 m y máximos de 108.72 m. La evolución, de la carga hidráulica, para el periodo 2008-2011 es negativa, con un abatimiento promedio de -0.13 m/año, que representa un volumen negativo de 6.28 hm³/año.

La contribución del proyecto permitirá una mayor conservación y manejo del recurso natural agua, del acuífero de Vizcaíno, mismo que forma parte de la reserva de la biosfera del Vizcaíno, Baja California Sur que, constituida como área natural protegida en 1988, y que alberga una importante diversidad de flora y fauna, incluidas algunas especies endémicas y otras en peligro de extinción.



Área de estudio y cuenca hidrográficas.



Sección geológica.

Evaluación técnico-económica de tecnologías de remoción de cromo y determinación de parámetros de transporte para remediación del acuífero Cuautitlán-Pachuca

La empresa Cromatos de México que operó una planta industrial entre los años 1958 y 1978 en la colonia Lechería, en Tultitlán, Estado de México, dejó un predio con una superficie de 16, 500 m², contaminado con cromo. En 1983 fueron sepultados y sellados con una cubierta de asfalto en el lugar más de 75,000 toneladas de cromatos. El encapsulado presentó cuarteaduras y filtraciones de agua de lluvia. Esta situación provocó que una parte de las sales de cromo se disolvieran y se filtraran directamente al acuífero. Los residuos sólidos han sido trasladados a un confinamiento ubicado en Nuevo León y como parte de los trabajos de remediación es necesaria la limpieza del acuífero. En información proporcionada

por la CONAGUA, 2009, la concentración de cromo total en el agua extraída del pozo Cromatos 1 del predio ocupado por esta extinta empresa fue de 105 y 130 mg/L. Del total de cromo alrededor del 90% es de la forma más tóxica: cromo hexavalente.

Para efectuar la remediación del acuífero, mediante bombeo se extraerá el agua contaminada del acuífero a fin de tratarla mediante la tecnología apropiada para remover cromo, para su posterior reinyección o intercambio con los usuarios de la zona.

Conjuntamente con la CONAGUA se verificó el estado actual del pozo Cromatos 1, en donde se llevarán a cabo las pruebas de remoción de cromo. El nivel estático se determinó en 72 m de profundidad y a 187 m se encontró azolvado el pozo. El agua mostró una alta concentración de sólidos suspendidos y un color amarillo intenso debido a la presencia de altas concentraciones del contaminante.

A partir de la revisión bibliográfica especializada se seleccionaron cinco tecnologías viables para la remoción de cromo hexavalente del agua del acuífero, entre las que se encuentran: coagulación convencional, coagulación asistida por reducción, adsorción, intercambio iónico y procesos de membranas, estos sistemas se probarán en laboratorio, y posteriormente las dos mejores a escala piloto directamente en el sitio contaminado.

Así, se establecerá la mejor opción de tratamiento



Instalación de la cámara para realizar videograbación en el pozo Cromatos 1.

para la remoción de cromo hexavalente en agua del agua del acuífero, en beneficio de la población expuesta a contaminación en la región de Lechería de Tultitlán, Estado de México.

TRABAJOS DE COLABORACIÓN CON LA SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL

Introducción de tecnologías apropiadas de saneamiento y tratamiento de aguas residuales en la operación del Programa Hábitat-SEDESOL

Una tarea del Programa Hábitat de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) es el aumento en la cobertura de los servicios de agua potable, saneamiento y tratamiento de aguas residuales en comunidades urbanas y periurbanas pobres y marginadas, para contribuir al logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio en México.

A través de ONU Hábitat, el IMTA ha propuesto el diseño de una metodología sociotécnica para la implementación y adopción social de tecnologías apropiadas en zonas perirurbanas para apoyar a la Unidad de Programas para la Atención de la Pobreza Urbana (UPAUP) de la SEDESOL en la institucionalización de tecnologías alternativas para tratamiento de agua residual y saneamiento dentro de la operación del programa Hábitat-SEDESOL. En el proyecto se ha trabajado en la definición del

lugar de aplicación del proyecto, tomando en cuenta las necesidades de municipios, de la SEDESOL y de la población en varios lugares del país. Para ello, el IMTA ha realizado diagnósticos rápidos de prefactibilidad sociotécnica en polígonos Hábitat de Puebla y Morelos.

A la fecha, se han definido los polígonos Hábitat en Morelos para desarrollar el proyecto, a través de la atención a un Centro de Desarrollo Comunitario y de una localidad en el municipio de Temixco, así como los diagnósticos de prefactibilidad en polígonos de Puebla y Morelos.

Los impactos del proyecto apuntan a la atención y resolución de problemas de agua y saneamiento en un centro de desarrollo comunitario y en un polígono Hábitat. Adicionalmente, otro impacto esperado es la incidencia en el ajuste de las reglas de operación del Programa Hábitat de SEDESOL.



Xochitepec, Morelos.



Colonia Lázaro Cárdena, Tehuacán, Puebla.

TRABAJOS DE COLABORACIÓN CON LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Planeación regional para la sustentabilidad hídrica en el mediano y largo plazos en las regiones hidrológico-administrativas

Las orientaciones o directrices que han regido a la administración, uso y cuidado del agua en México han evolucionado de acuerdo con la situación social, económica y política del país. En tal contexto se identifican los principios básicos que respaldan la política hídrica: “el manejo del agua debe realizarse por cuencas hidrológicas y con la participación organizada de los usuarios que es indispensable para lograr la sustentabilidad hídrica”. Por lo tanto, es necesario hacer una planeación regional para la sustentabilidad hídrica en el mediano y largo plazos en las regiones hidrológico-administrativas (RHA) del país y, de esta forma, definir la política regional en materia de agua para un horizonte al año 2030.

La visión en México como país es contar con ríos limpios, cuencas y acuíferos en equilibrio, cobertura universal de agua potable, alcantarillado y saneamiento y ciudades no vulnerables a inundaciones, elementos esenciales de la Agenda del Agua 2030. En este contexto, se llevó a cabo un proceso de planeación regional para las 13 regiones hidrológico-administrativas (RHA), definiendo las actividades que se realizarán para la formulación de las estrategias y acciones dirigidas a lograr la sustentabilidad hídrica en dichas regiones.

El proyecto consiste en formular los lineamientos, estrategias, acciones y propuestas de proyectos que respalden la política hídrica de sustentabilidad en el mediano y largo plazos para lograr la visión de la Agenda del Agua 2030 en las Regiones Hidrológico-Administrativas. De esta forma, se colabora en varios aspectos que mejoran la planeación, economía y finanzas del sector hídrico. En primer lugar, se han desarrollado diagnósticos y caracterizaciones para las 13 RHA, para posteriormente pasar a la formulación de los Programas Hídricos Regionales (PHR), incluyendo el financiamiento de los proyectos propuestos para el cierre de las brechas hídricas al 2030.

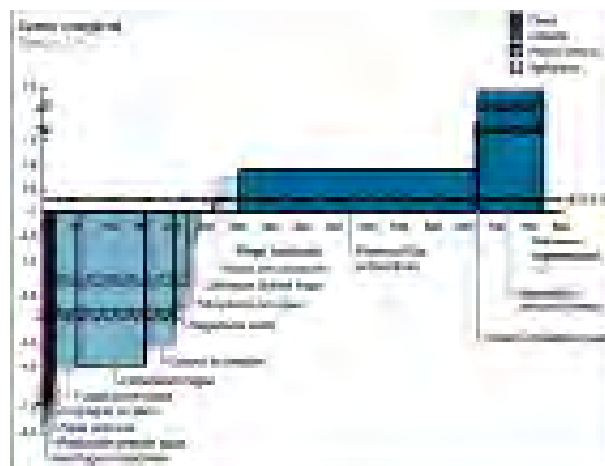
Se recopiló, revisó y analizó información disponible en diversas fuentes oficiales, validándola mediante consultas con las áreas técnicas del organismo de cuenca y oficinas centrales de la CONAGUA, generando los documentos sobre caracterización, diagnóstico y PHR para las 13 regiones. En caracterización, se integraron los aspectos ambientales, sociales y económicos de cada RHA; en el diagnóstico se describe la situación actual y problemática hídrica para cada RHA y en los PHR se engloba la Estrategia Regional del Sector Hídrico hacia el 2030, donde se resume la problemática, objetivos, proyectos y avances de cada región, tomando en cuenta las carteras de proyectos basados en los programas existentes, identificando y cuantificando los beneficios, costos de las acciones y los proyectos factibles a desarrollar dentro de cada RHA.

Además, se desarrolló el modelo de Curva de Costos Microeconómicos por RHA y nacional (modelo de Análisis Técnico Prospectivo -ATP-). Otro entregable consistió en generar, a partir de tablas, mapas y gráficas, los documentos de *Estadísticas del agua en México* (EAM) y del *Atlas del agua*, ambos en versión 2011, que resultó de integrar y procesar la información para actualizar una base de datos geográfica y estadística. De esta manera se

fortalece el proceso de planeación hídrica a escalas regional y nacional, con base en el estudio de curvas de costos microeconómicos y escenarios de oferta y demanda de agua que definen los lineamientos y criterios estratégicos para el uso sustentable y el abastecimiento seguro a los diferentes usuarios del agua, al menor costo con máximos beneficios.

Con lo anterior, se avanza hacia la sustentabilidad del recurso hídrico en las diversas cuencas hidrológicas del país, realizando una planeación regional ordenada, sistemática y alineada al Sistema Nacional de Planeación Hídrica que defina los lineamientos y estrategias de mediano y largo plazos, la cartera de proyectos a integrar y una base de datos geográfica y estadística que dé soporte a la gestión y planeación de los recursos hídricos.

De igual manera, se podrá contar con una planeación hídrica regional basada en un conocimiento y análisis profundo y multidisciplinario de la problemática, así como en la definición de soluciones viables desde el punto de vista técnico, económico, social, político y ambiental para el mediano y largo plazos, con la participación de la sociedad y de los actores políticos, económicos y sociales más relevantes, incluyendo a funcionarios de los tres órdenes de gobierno, empresarios, agricultores, académicos, investigadores y medios de comunicación.



Curva de costos de las medidas que integran la solución técnica para la RHA XII PY

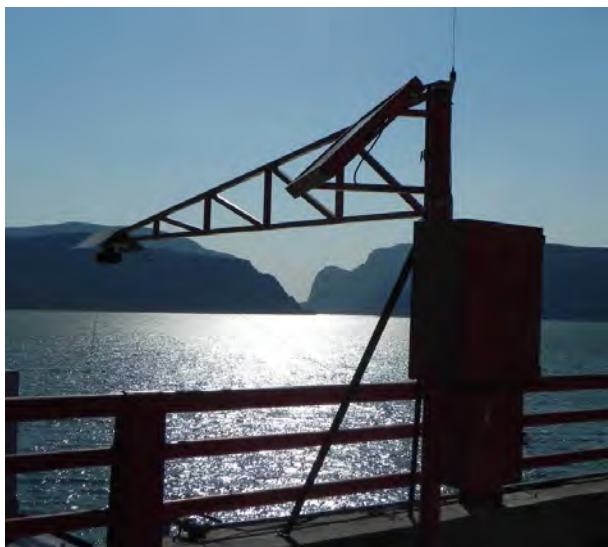
Apoyo y supervisión en el mejoramiento de la medición en infraestructura hidroagrícola en obras de toma de presas de almacenamiento y canales de los distritos de riego

Las metodologías de referencia para determinar la incertidumbre en la medición del caudal incorporan prácticas de los operarios y las principales variables físicas por medir. Por este motivo es necesario contar con procedimientos claros y de uso rutinario, los cuales deben consensuarse entre la entidad que entrega el recurso agua y los usuarios que lo reciben. Estos procedimientos toman mayor relevancia durante la asimilación de nuevos equipos, técnicas y modelos. Al respecto la experiencia institucional, asimilada durante ya más de diez años en el mejoramiento de

la medición, ha permitido desarrollar e incorporar una serie de criterios y procesos sistemáticos para la adecuada determinación de caudal, con un conocimiento ex profeso de la precisión y exactitud de los equipos. Gracias a esto, el IMTA contribuye en el mejoramiento de la distribución y manejo del agua en los canales de riego y obras de toma en presas.

En este año se da seguimiento y verificación de la adecuada instalación de 19 medidores del Organismo de Cuenca Cuenca Centrales del Norte, en el Distrito de Riego 017 Comarca Lagunera; mantenimiento a 32 sistemas de telemedición; supervisión a la transmisión satelital de 37 sistemas de telemedición; mantenimiento y actualización de la página web de presas de la CONAGUA, y mantenimiento y calibración de cien molinetes.

De esta manera, se propicia un cambio de paradigma en la medición en la que se tiene una forma más confiable de contabilizar el agua entregada a los usuarios desde los puntos de control. El mejoramiento se basa, principalmente, en el aumento de la frecuencia de medición y en la reducción de la incertidumbre de la misma.



Sistema de medición de niveles.



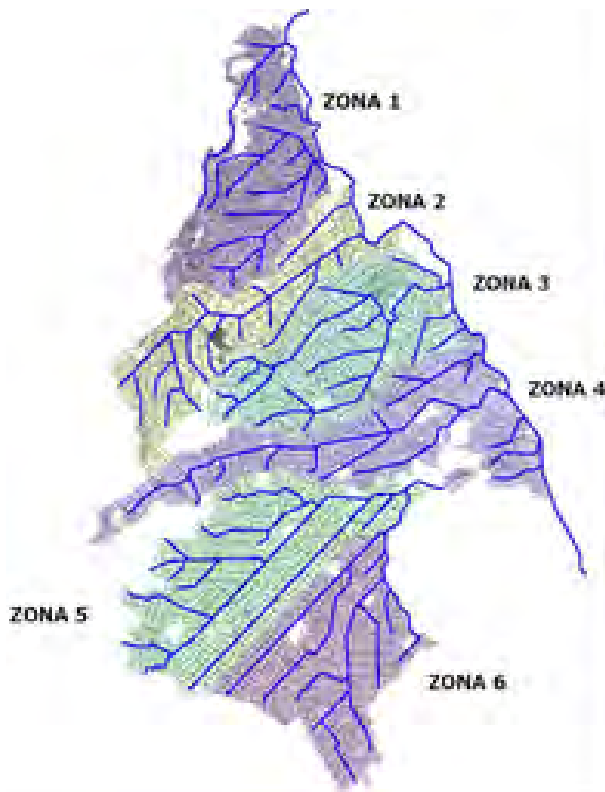
Instalación de un sensor de medición ultrasónico.

Modernización de la red de distribución en el Módulo de Riego V-II del Distrito de Riego 010 Culiacán-Humaya, Sinaloa

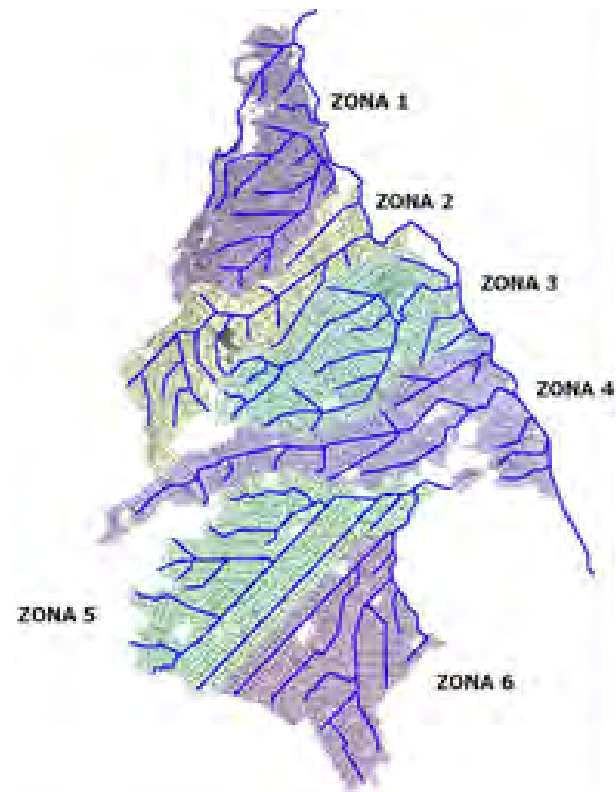
El Módulo de Riego V-II se localiza al final del Canal Principal Humaya del Distrito de Riego 010 Culiacán-Humaya, Sinaloa. La problemática de la infraestructura hidroagrícola consiste en la falta de capacidad del Canal Principal Humaya, lo cual provoca problemas de baja disponibilidad del recurso hídrico en las parcelas con las consecuentes dificultades para suministrar el volumen concesionado completo; así como las malas condiciones físicas de la red de distribución del módulo. En respuesta a

esta problemática, la CONAGUA y la Asociación de Usuarios Productores Agrícolas del Módulo de Riego V-II solicitaron al IMTA elaborar una propuesta de modernización de su red de distribución. El IMTA realizó el análisis como anteproyecto para modernizar el 100% de los canales de la red y los proyectos ejecutivos para el 30% de los canales de menor capacidad, con lo que se inició la primera etapa del proceso de modernización.

La propuesta reduce los costos de mantenimiento (60%) y permite un manejo más preciso de los volúmenes servidos al incrementar la eficiencia de operación y facilitar la implementación de sistemas de riego presurizados mucho más eficientes y productivos que los tradicionales. Asimismo, hará posible un incremento en la eficiencia de distribución del 50 al 90%, por lo que la eficiencia global podría pasar de 35 al 60%, logrando un mejor aprovechamiento de los volúmenes de agua entregados por el Canal Principal Humaya.



Módulo V-II con sus canales, dividido en ha y seis zonas de diseño.



Plano general del lateral 139+888.

TRABAJOS DE COLABORACIÓN CON PETRÓLEOS MEXICANOS

Recuperación de purgas provenientes de torres de enfriamiento, sistemas de generación de vapor y UDAS, propuesta para PEMEX-Gas

El proyecto surgió de la necesidad de desarrollar tecnología que permita el ahorro de agua en los centros procesadores de PEMEX-Gas y Petroquímica Básica, mediante el mejoramiento de la calidad del agua de repuesto para incrementar los ciclos de concentración en los sistemas de enfriamiento, o mediante la recuperación de las purgas de las torres de enfriamiento y calderas.

Se revisó el estado de la tecnología en los tópicos de recuperación de agua de purgas y se encontró que las tecnologías propuestas para su evaluación en el proyecto (electrocoagulación, procesos de membranas y aplicación de campos magnéticos) corresponden a las tendencias mundiales, por lo que se analiza la forma en que pueden acoplarse con el fin de obtener el mejor esquema de manejo del agua en los centros procesadores de gas.

En el laboratorio del IMTA se realizaron adecuaciones a un sistema de electrocoagulación para obtener la mayor remoción de sílice. El sistema produce un coagulante mediante un reactor electroquímico con ánodos de sacrificio de aluminio y separa los flóculos

por medio de un equipo que integra la floculación y la sedimentación (clarifloculador). Las pruebas realizadas con agua de purga de las torres de enfriamiento de PEMEX lograron remover alrededor del 50% del sílice presente.

El tren de tratamiento propuesto para la remoción de sílice por electrocoagulación consta de tres elementos básicos: un reactor electroquímico, una unidad de separación de sólidos y un filtro para el pulido del agua.

La implementación de la tecnología permitirá el reúso del agua en esta industria para disminuir el consumo de agua limpia, permitiendo el intercambio de agua tratada por agua de primer uso, incrementado la disponibilidad de este recurso para otros usos, y disminuyendo las descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores y los costos de operación y mantenimiento al reducir la formación de incrustaciones en tuberías y equipos.



Muestreo de agua en instalaciones de PEMEX-Gas.

COORDINADORA NACIONAL DE LAS FUNDACIONES PRODUCE, A. C.

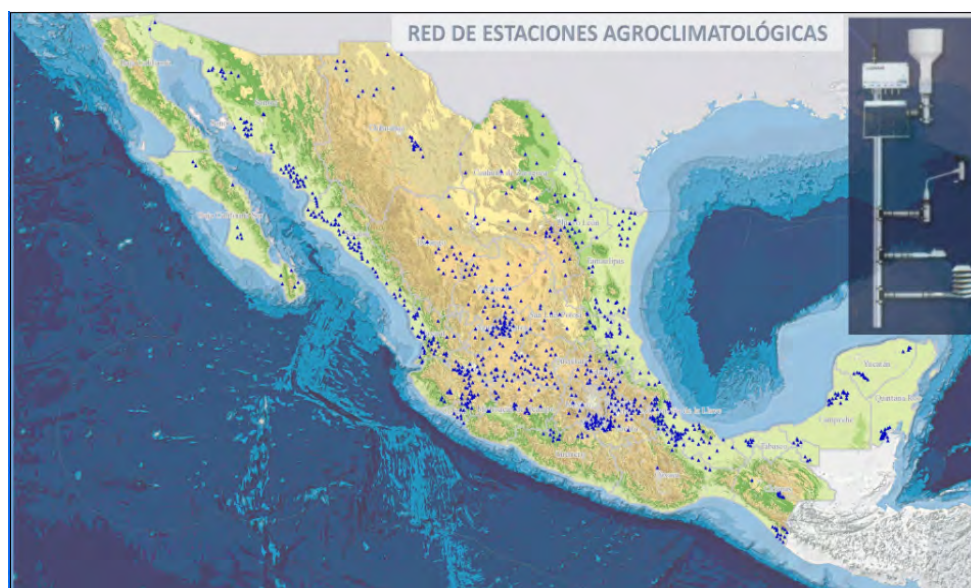
Desarrollo de un sistema de gestión de la calidad para la operación de las estaciones agroclimáticas

Las fundaciones Produce cuentan con una red de estaciones agroclimáticas que recogen y envían los datos de las variables climáticas telemáticamente para realizar el pronóstico agrometeorológico. Estos datos son procesados para su posterior consulta y análisis.

La implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) promueve una gestión coordinada y homogénea de la operación y mantenimiento de la red estaciones agroclimáticas, mejorando la calidad y confiabilidad de los datos obtenidos mediante la calibración de los sensores.

El SGC se implementó en las Fundaciones Produce de Nuevo León, Guanajuato y Morelos; se inició la calibración de los sensores de precipitación pluvial, temperatura del aire, humedad relativa, dirección del viento, velocidad del viento y radiación solar en setenta estaciones agroclimáticas, y se tiene un 54% de avance en el diagnóstico de la operatividad de la red de estaciones.

La implementación de un SGC en las Fundaciones Produce del país permitiría controlar y homogenizar la operación técnica de la red de estaciones, y que se mantuvieran los estándares necesarios que garanticen el funcionamiento óptimo de los equipos y de los procedimientos técnicos y de operación. Esto apoyaría la prevención de riesgos en la agricultura debidos a los fenómenos meteorológicos.



Red de estaciones agroclimáticas de la COFUPRO.

TRABAJOS DE COLABORACIÓN CON ENTIDADES Y MUNICIPIOS

Baja California

Evaluación socioeconómica del anteproyecto de derivación del Acueducto Río Colorado-Tijuana al Sistema Morelos de Ensenada, Baja California

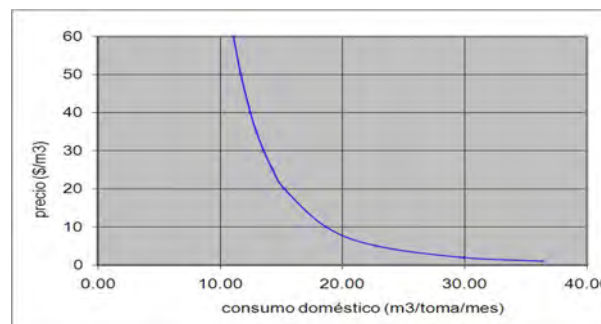
La ciudad de Ensenada, Baja California, enfrenta un severo desabasto de agua potable porque sus fuentes de abastecimiento se conforman por pozos profundos cuyo potencial de explotación ha disminuido al depender directamente de la precipitación pluvial que ocurre en la región. Desde 1999, la precipitación promedio anual registrada es de 187.9 milímetros, misma que representa 28% menos que la media anual de 262.5 milímetros, ocasionando que la disponibilidad de explotación haya disminuido cada año al disponerse de una menor cantidad de agua susceptible de ser extraída.

El IMTA desarrolla este proyecto que analiza la situación actual de oferta-demanda y evalúa distintas alternativas para incrementar el volumen de agua suministrado, así como la viabilidad socioeconómica de un proyecto de infraestructura para atender la demanda de agua potable.

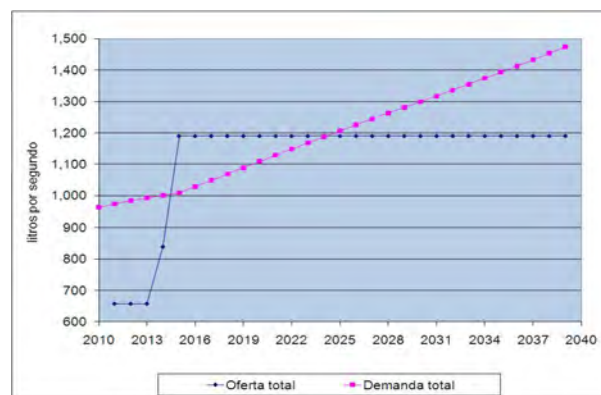
El estudio muestra la viabilidad socioeconómica del proyecto de infraestructura, ya que arroja un

valor actual neto social positivo de 87.08 millones de pesos, una tasa interna de retorno social del 13.2%. Los análisis de sensibilidad realizados demuestran que es poco probable que el proyecto pierda rentabilidad positiva ante variaciones de los principales parámetros que definen los indicadores de evaluación del proyecto, tales como los costos de inversión, operación y mantenimiento, y los beneficios cuantificados por mayor consumo.

Una vez que la obra se construya e inicie operaciones, los habitantes de la zona urbana de la ciudad de Ensenada recibirán el servicio de agua potable de manera continua sin necesidad de tandeos y podrán incrementar su dotación de agua potable de 125 a 194 litros por habitante al día.



Curva de demanda para usuarios de tipo doméstico en Ensenada.



Variación del valor actual neto social ante cambios en el monto de inversión.

Chiapas

Proyectos para el Jobo y Copoya, y derivación a la Reliquia del sistema de agua potable de Tuxtla Gutiérrez

La ciudad de Tuxtla Gutiérrez está sujeta a un crecimiento de la población importante en los últimos años, expresado por nuevos fraccionamientos y asentamientos irregulares. La infraestructura actual de agua potable es insuficiente para responder a esta demanda.

El proyecto que desarrolla el Instituto tiene por objeto diseñar infraestructura hidráulica nueva para incrementar la capacidad y aprovechar a plenitud el acueducto Río Grijalva- Nido de Águilas, para ayudar a cubrir el servicio diario de agua potable en toda la ciudad con un horizonte de diseño del año 2035.

Las obras a construir se dividen en Brazo Norte y Brazo Sur. El Brazo Norte, que actualmente se encuentra en construcción, abastecerá de agua potable a la parte norte de Tuxtla Gutiérrez, incluyendo a las zonas Patria Nueva y Granjas, y a la ciudad de Berriozábal. El Brazo Sur abastecerá a la parte sur de Tuxtla Gutiérrez, incluyendo el gran desarrollo urbano Nuevo Tuxtla en el surponiente de la ciudad, y a las localidades de Copoya y El Jobo.

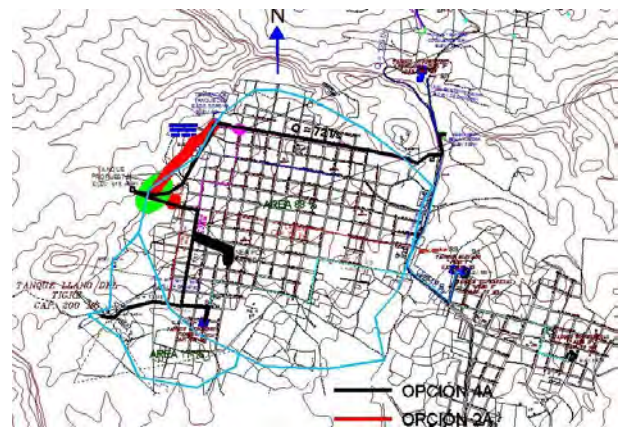
Como resultado del proyecto figuran el análisis integral y proyectos ejecutivos de: una nueva planta de bombeo (Rebombero Sur), un nuevo tanque-rebombero (Cerro Hueco), otro tanque-rebombero ubicado en Coquelexquitzan, el tanque La Reliquia 2, la línea de conducción por gravedad nueva de la planta potabilizadora 2 Los Pájaros a la planta de bombeo "Rebombero Sur", la línea de bombeo del Rebombero Sur al tanque-rebombero Cerro Hueco, la línea de

bombeo de Cerro Hueco al tanque Coquelexquitán, la línea de conducción y distribución por gravedad del tanque Coquelexquitán al tanque Reliquia 2 que dará servicio a unas 12 derivaciones en su extensión, la línea de bombeo del cárcamo Coquelexquitán al rebombero Bella Aurora, la línea de bombeo del cárcamo Bella Aurora al tanque Copoya, el tanque Copoya, la línea de bombeo del cárcamo Bella Aurora al tanque El Jobo, el tanque elevado El Jobo 2 y la línea de conducción por gravedad del tanque Copoya al rebombero Llano del Tigre.

El impacto del proyecto consiste en proveer servicio de agua potable a zonas de crecimiento y mejorar el servicio a usuarios existentes a una población total de 260,000 habitantes.



Esquema del proyecto Brazos Norte y Sur, Tuxtla Gutiérrez.



Opciones de trazos de líneas en Copoya.

Coahuila

Estudio y asistencia técnica para la licitación e instalación de siete plantas potabilizadoras para remoción de arsénico en Torreón

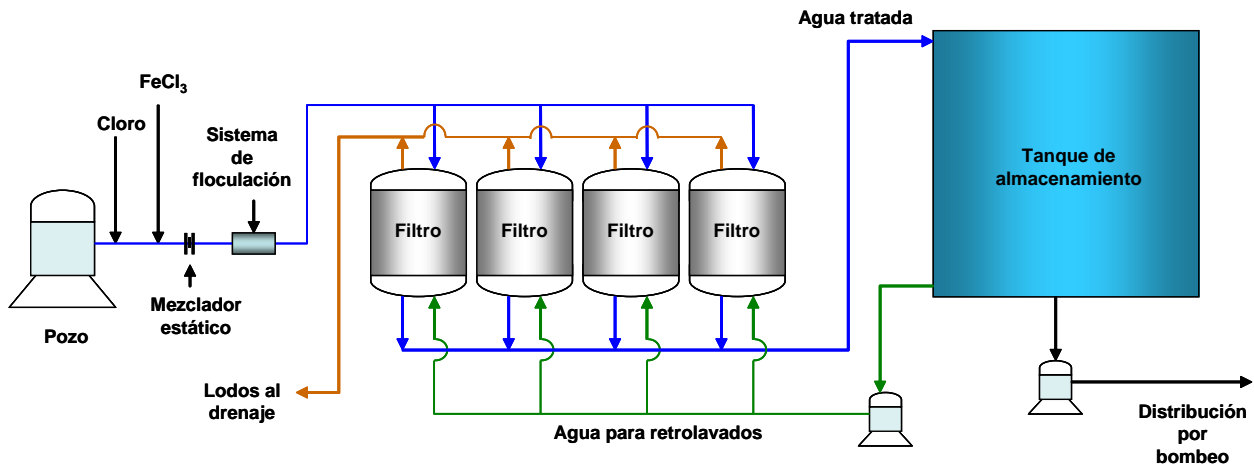
El acuífero de la región lagunera, en algunas localidades, presenta altos contenidos de arsénico, lo que pone en riesgo la salud de la población.

Con el fin de complementar e instalar nueva infraestructura para la remoción de arsénico de las fuentes de agua, el Sistema Municipal de Agua y Saneamiento de Torreón, Coahuila (SIMAS), solicitó el apoyo del IMTA para la selección, licitación, seguimiento de la construcción, instalación y puesta en marcha de las plantas potabilizadoras para remoción de arsénico (As) con que tratarán el agua de siete fuentes de abastecimiento que contienen arsénico en concentraciones por arriba del la NOM-127-SSA1-1994 (modificación año 2000).

La solución que el IMTA propuso en los pozos seleccionados es que se instalen filtros rápidos a presión con lecho dual de arena-antracita, con aplicación en línea de cloro (gas cloro o hipoclorito de sodio) y cloruro férrico (FeCl_3) como coagulante, para que el arsénico presente en el agua se adsorba en los flocs formados y éstos sean, a su vez, retenidos por filtración. Este proceso se denomina filtración directa para la remoción de As, ya que no cuenta con unidades de floculación ni sedimentación previas a los filtros.

Los principales resultados han sido: 1) análisis de la infraestructura hidráulica y electromecánica en cada uno de los siete pozos para determinar los arreglos necesarios para la instalación de las plantas potabilizadoras. De acuerdo a los criterios de la CONAGUA, los sistemas de bombeo 50 y 75 requieren mantenimiento; 2) dimensionamiento de los sistemas de tratamiento que se instalarán. Se diseñaron siete plantas de filtración directa con filtros a presión, y 3) elaboración de la parte técnica de los términos de referencia para la licitación pública de las plantas para remoción de arsénico.

La presencia de arsénico en el agua es un problema de salud que requiere ser atendido. En este caso, la implementación de las plantas potabilizadoras en la ciudad de Torreón permitiría dar agua libre de arsénico a alrededor de 59,000 personas.



Esquema general de la filtración directa.

Guanajuato

Diseño y pruebas de funcionamiento de una planta potabilizadora demostrativa unifamiliar o comunitaria para la comunidad rural Peregrina, Guanajuato

Para potabilizar las aguas de fuentes superficiales de pequeñas comunidades en Guanajuato, se adaptó, diseñó y construyó una planta potabilizadora de filtración en múltiples etapas en la localidad rural Mineral de Peregrina, la cual además permitirá demostrar que la comunidad es capaz de administrar, operar y mantener la planta potabilizadora.

El Comité de Agua y la comunidad de Peregrina, de acuerdo con el plan de acción y las reglas de operación que elaboraron en talleres participativos, manejan su sistema de agua, incluida la planta potabilizadora con asesoría el IMTA y la Universidad de Guanajuato.

La planta potabilizadora, operada por la comunidad y capacitados en etapa previa, funciona adecuadamente. Las eficiencias de remoción promedio son: turbiedad 97.2%, color real 89.5%, hierro 95.6%, nitrógeno amoniacal 74.1%; en el efluente no se detectan coliformes totales ni fecales.

Entre los resultados de la encuesta aplicada a usuarios destaca que para el 96% la calidad es satisfactoria (agua clara, más limpia, sin olor); para el 88% la cantidad es aceptable; sólo el 26.8% son morosos; el 85% recomendaría a otras comunidades la implementación de una potabilizadora FIME (filtración con múltiples etapas) con autogestión.

La Comunidad participa organizadamente en la administración, operación y mantenimiento del sistema de agua completo: bombeo, planta potabilizadora y red de distribución de agua.

El impacto social en la comunidad se manifiesta en: 1) distribución más equitativa del agua, 2) mejor calidad de agua para uso diversificado, 3) ahorro de tiempo y esfuerzo por reducción de acarreo de otra fuente, 4) baja morosidad por pago de tarifa de agua, 5) satisfacción de usuarios por el servicio, y 6) sistema de agua autónomo.

La planta FIME funciona adecuadamente cumpliendo con la Modificación a la NOM-127-SSA1-1994. La tecnología es de operación sencilla, no requiere electricidad y es de bajo mantenimiento.



Vista panorámica de la planta FIME Peregrina.

Jalisco

Análisis de sedimentos, futuros sedimentos y suelos en la zona de influencia del proyecto de la presa y sistema de bombeo Purgatorio-Arcediano, Comisión Estatal del Agua de Jalisco

La zona conurbada de Guadalajara (ZCG) tiene 4.1 millones de habitantes y actualmente tiene un déficit en el abastecimiento de agua de 3.5 m³/s. Con la construcción de la presa y sistema de bombeo Purgatorio-Arcediano, se contempla la sustitución de fuentes sobreexplotadas, como son las aguas subterráneas y el lago de Chapala, y se podrá abastecer la ZCG con 5.6 m³ por segundo.

Existe inquietud de si la contaminación de sedimentos y suelos puede comprometer la calidad del agua.



Estaciones de muestreo en el sitio Purgatorio sobre río Verde, Jalisco.

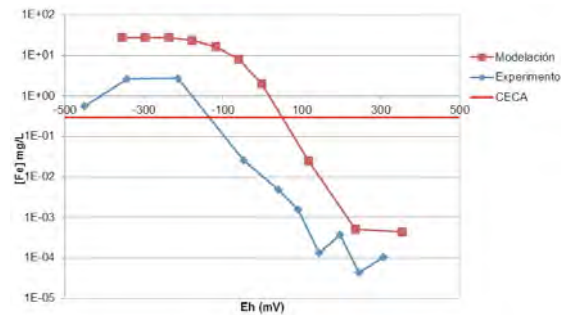


Simulación de la remoción de plomo por adsorción en óxidos de hierro (ferrihidrita) y de manganeso (pirolusita) durante el proceso de potabilización.

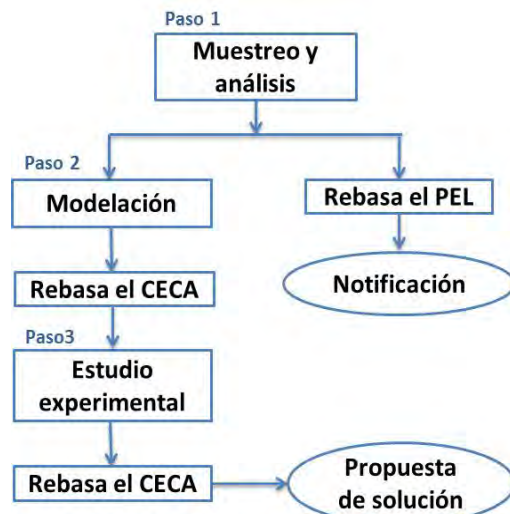
Aunque estos sólidos pueden actuar como fuentes secundarias de contaminantes, no se conocen criterios que permitan establecer directamente esta relación. Para ello, se desarrolló y se aplicó una metodología para estimar riesgos de contaminar el agua por lixiviación de contaminantes acumulados en los sedimentos de la zona de estudio.

Se realizaron muestreo de sedimentos en época de estiaje y evaluación respecto a criterios de calidad de sedimentos.

En el estudio experimental y simulación numérica de la lixiviación de contaminantes en sedimentos bajo condiciones de la presa, se encontraron concentraciones de níquel, plomo, hierro, manganeso y cromo arriba de los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua.



Estudio experimental y simulación numérica de la disolución de hierro en el agua de la presa.



Metodología para estimar el riesgo de contaminar el agua como fuente de abastecimiento.

Se formularon recomendaciones para el control de contaminantes cuyas concentraciones rebasan los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua: control en las fuentes de contaminación, control del tirante de agua en la presa y remoción por adsorción en ferrihidrita y pirolusita en el proceso de potabilización.

Morelos

Proyecto piloto de transferencia tecnológica para el abastecimiento de agua en la localidad de Felipe Neri

En la comunidad de Felipe Neri, municipio de Tlalnepantla, Morelos, la falta de fuentes superficiales y subterráneas de agua ha llevado a la búsqueda de fuentes alternas de abastecimiento como es la captación de agua de lluvia en vivienda, así como en modelo comunitario. Por estas razones, durante 2010 se llevaron a cabo acciones específicas encaminadas a rehabilitar y proteger la infraestructura para el almacenamiento de agua de lluvia, además de incrementar su capacidad al

construir un modelo que incluyó área de captación recubierta con geomembrana, sedimentador y olla de almacenamiento.

De manera paralela, y con apoyo de otros programas, se construyeron dos ollas de almacenamiento a cielo abierto y se instaló una planta potabilizadora para tratar el agua del aljibe. Para potenciar el aprovechamiento de la infraestructura de tratamiento y prevenir la contaminación del agua en las ollas nuevas, se propuso acondicionarlas e interconectarlas hacia la planta potabilizadora para incrementar la dotación de agua por habitante, además de implementar un sistema de purificación de agua para consumo humano en el modelo comunitario de almacenamiento de agua de lluvia.

Durante 2011 se realizaron las adecuaciones tecnológicas en dos ollas, sustituyendo el recubrimiento en una de ellas con geomembrana de policloruro de vinilo (PVC) y colocando la cubierta flotante de PVC en ambas para conservar la calidad del agua almacenada. Para mejorar la calidad del agua del influente a la planta potabilizadora se instala un sedimentador en el aljibe para la posterior transferencia del agua sobrenadante hacia una olla cubierta con geomembrana. Se efectuó la interconexión de cuatro ollas a la planta potabilizadora existente y se iniciará la implementación de un sistema de purificación de agua en el modelo de captación de agua de lluvia con una capacidad de hasta 8 m³/d.



Olla con agua almacenada proveniente del área de captación.



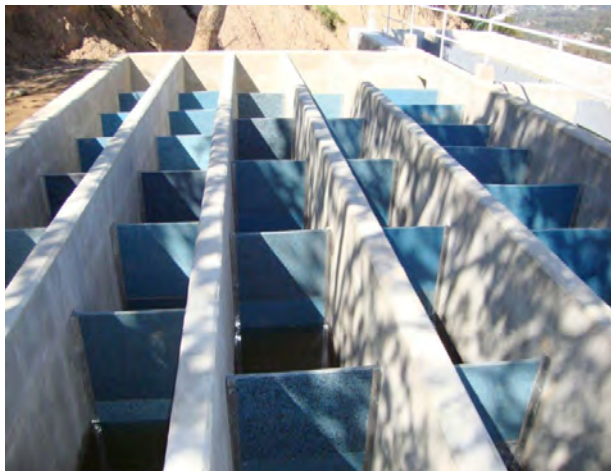
Olla rehabilitada.

Con estas acciones, la población contará con una dotación de agua para uso doméstico de 50 l/hab./ día y de, al menos, 31 l/hab./ día de agua para consumo humano, con lo cual se impactará directamente en la salud de 1,338 habitantes. Por otra parte, el IMTA mejora sus capacidades institucionales de transferencia de tecnologías apropiadas.

Puebla

Seguimiento a la construcción, puesta en marcha, capacitación y evaluación de la planta potabilizadora de Xicotepec de Juárez

Desde el año 2008 el IMTA ha venido colaborando con el Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Xicotepec de Juárez, Puebla, en la realización de la ingeniería básica, anteproyecto, seguimiento a la construcción, puesta en marcha, capacitación y evaluación de la planta potabilizadora del lugar, conjuntamente con



Floculador de flujo vertical.

la empresa supervisora de la obra. Esta planta se diseñó para tratar 100 L/s.

Actualmente se hacen los últimos ajustes a la obra civil y equipamiento para poner en marcha la planta y capacitar al personal.

Esta obra llevará bienestar y desarrollo a 39,000 habitantes de la cabecera municipal del municipio, que no cuentan con un sistema de agua potable formal.

Querétaro

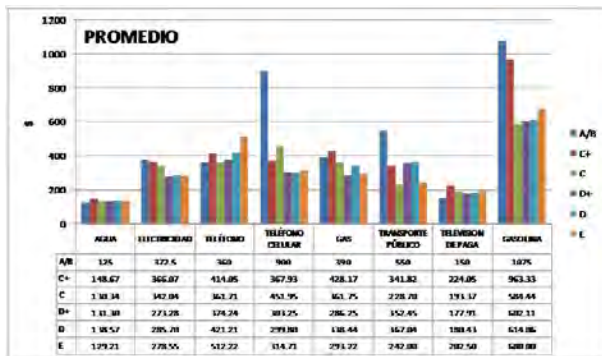
Estudio socioeconómico para la reestructuración tarifaria de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento

Con la finalidad de establecer un cobro justo por el servicio de agua potable que presta, la Comisión Estatal de Aguas del Estado de Querétaro (CEA) solicitó al IMTA establecer la situación socioeconómica de varios municipios del estado y evaluar el nivel socioeconómico de la ciudad de Querétaro.

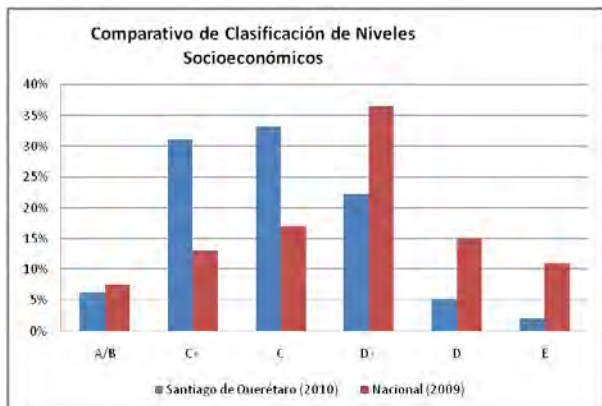
Se realizaron 4,537 encuestas aplicadas en 12 municipios, de las cuales se obtuvo costo y gasto promedio por los servicios de agua, electricidad, teléfono, teléfono celular, gas, transporte público, televisión de paga, gasolina. Se identificó cuál es el servicio por el que más se paga, de cuál de los servicios se recibe el mayor y menor beneficio, la importancia relativa de los cinco servicios analizados identificando el de mayor y menor importancia, y la percepción sobre el incremento en el costo de los servicios identificando el servicio con mayor y menor incremento en los últimos años. Otro aspecto

es la comparación del gasto que realiza la población en la compra de agua embotellada y otras bebidas respecto del pago del servicio de agua potable. Las comparaciones anteriores bajo los niveles socioeconómicos de acuerdo con la Asociación Mexicana de Agencias de Investigación de Mercado y Opinión Pública (AMAI).

En la segunda etapa del estudio se realizaron 6,376 encuestas en las colonias de la ciudad de Querétaro, de las que se obtuvo el nivel socioeconómico (NSE) de las mismas mediante la aplicación de la metodología 13 x 6 (AMAI), la cual considera parámetros específicos para definir el estatus económico de un hogar, considerando tanto las características físicas de la vivienda como las personas que integran el hogar.



Tres resultados de la aplicación de la clasificación de la AMAI y comparación de servicio.



Comparativo de clasificación entre la encuesta de la zona conurbada de la ciudad de Querétaro y la encuesta a nivel nacional.

La percepción de la población es que el servicio de agua potable es el que más beneficio aporta a los habitantes de Querétaro, el cual no ha tenido incrementos en los últimos años.

Con el NSE de los habitantes de las colonias de la ciudad de Querétaro se podrá asignar una tarifa por cobro de agua en el estado, con base en un análisis técnico y comprobable por parte de los usuarios.

El impacto del proyecto radica en la aplicación de metodologías técnicas para soportar y respaldar el estudio tarifario que marcará un posterior pago justo por el mismo. Esta metodología podrá después extenderse a otras localidades en el país.

San Luis Potosí

Evaluación para remover contaminantes de un sistema de riego por gravedad y estudio de aguas freáticas

En México existen 61 ingenios donde se cultivan 660,000 ha de caña de azúcar. San Luis Potosí es uno de los principales productores con 71,000 ha distribuidas en cuatro ingenios. Uno de ellos es el Fideicomiso Ingenio Plan de San Luis (FIPSL). Cuenta con una superficie de 18,000 ha de caña, principalmente de temporal. Desde hace cinco años, para riego de 88 ha el FIPSL utiliza 842,000 m³ de agua residual generada anualmente durante la molienda. El agua residual vertida en esta superficie, así como el suelo y las plantas constituyen un humedal artificial.

La calidad del agua residual no cumple con los parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-1996 y de la Ley Federal de Derechos en cuanto a la demanda química de oxígeno (DQO) y de sólidos

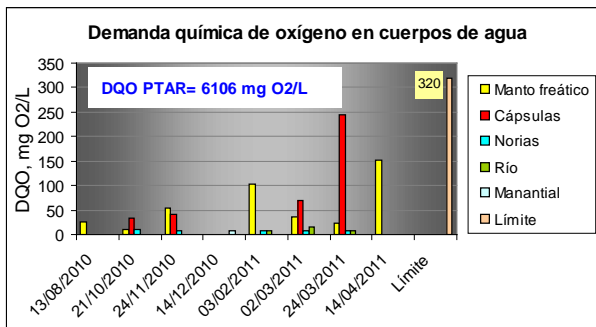
suspendidos totales (SST), por lo que el ingenio debe pagar las multas correspondientes. El FIPSL solicitó al IMTA la realización de un proyecto con los objetivos de evaluar la capacidad de remoción de SST y de la DQO por los suelos regados con las aguas residuales, estudiar la dinámica y la calidad de las aguas freáticas, y el diseño y evaluación de un sistema de riego por gravedad.

Se realizaron los estudios topográficos, agrológicos, de caracterización hidrodinámica de suelos; el monitoreo temporal y espacial de la profundidad del nivel freático en ocho pozos; el muestreo temporal de agua en los pozos de observación, agua residual y del río El Salto, para su análisis físico, químico y bacteriológico, y el proyecto ejecutivo de un sistema de riego para utilizar eficientemente el agua residual. La zona de proyecto comprende una superficie de 184 hectáreas.

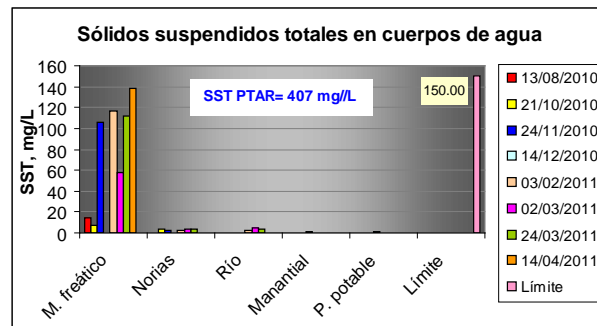
Los análisis físicos, químicos y bacteriológicos del agua residual y de los cuerpos de agua aledaños al ingenio indican que el riego con agua residual de caña de azúcar no afecta los suelos irrigados con esta agua, ni a los cuerpos de agua aledaños al ingenio, de acuerdo con los parámetros y límites establecidos por la NOM-001-SEMARNAT-1996 y por la Ley Federal de Derechos.

Por lo anterior, se puede afirmar que la calidad del agua residual que produce anualmente el FIPSL se puede utilizar para el riego de la caña de azúcar, con la condición de que su uso y manejo se apeguen a las recomendaciones y especificaciones del proyecto ejecutivo del sistema de riego por gravedad elaborado en el presente proyecto.

Asimismo, se evaluó el efecto de un humedal artificial de flujo intermitente como sistema de depuración



Variación temporal de la demanda química de oxígeno en cuerpos de agua.



Variación temporal de sólidos suspendidos totales en cuerpos de agua.



Medición del caudal de agua residual en una regadera de la zona de riego.

de las aguas residuales del ingenio. Se encontró que el humedal tiene una capacidad de remoción de la DQO del 98%, de demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) del 99%, de SST del 86%, optimización del nivel de pH del 95% y una reducción de coliformes fecales de 99%. Por ello, se concluye que el humedal artificial disminuye los valores de los parámetros hasta niveles dentro de la NOM-001-SEMARNAT-1996 y de la Ley Federal de Derechos.

TRABAJOS DE COLABORACIÓN CON ORGANISMOS NO GUBERNAMENTALES

Fundación Gonzalo Río Arronte

Plan Rector para la Protección, Conservación y Recuperación Ambiental de la Península de Yucatán

Como consecuencia de las características geohidrológicas de la península de Yucatán, el acuífero es altamente vulnerable porque facilita la entrada de contaminantes y su rápida propagación,



poniendo en riesgo el abastecimiento futuro de agua de calidad para el consumo humano, la flora y la fauna nativas. Adicionalmente, el acelerado desarrollo de la actividad socioeconómica de la franja costera y de infraestructuras de todo tipo ha ocasionado el deterioro de los recursos naturales, desencadenando el desequilibrio de los ecosistemas. La problemática hídrica de Yucatán es, en su mayoría, antropogénica, en la que intervienen diversos actores que demandan su aprovechamiento para la satisfacción tanto de necesidades básicas como para el impulso de las actividades productivas y el desarrollo económico de la zona.

El IMTA propone una metodología para desarrollar un plan rector basado en: 1) un diagnóstico, tomando como base de partida la compilación, revisión y análisis de los documentos y estudios formales afines a la problemática ambiental de la península de Yucatán, 2) el consenso de problemas y sus causas, y acciones estratégicas para la recuperación ambiental de la península, y 3) la generación de fichas de proyectos específicos que establece elementos de verificación que permitan dimensionar la magnitud de los problemas y su importancia.

Se generó la matriz de problemas prioritarios y se levantaron alrededor de 2,100 fichas de proyectos específicos en los 127 municipios de la península.

Actualmente, el proyecto se encuentra en la fase de consenso de problemas prioritarios y selección de batería de indicadores de gestión, para lo cual se llevarán a cabo reuniones temáticas con los representantes de las instituciones participantes.



Se ha logrado una importante participación y consenso social e interinstitucional en torno a la generación del Plan y cabe resaltar la participación y el respaldo de la CONAGUA y del Consejo de Cuenca Península de Yucatán, ya que en él convergen representantes de los tres niveles de gobierno y de la sociedad civil organizada de los tres estados que conforman la península de Yucatán.

Minera Carbonífera Río Escondido

Validación del programa de actividades de MICARE

La Minera Carbonífera Río Escondido (MICARE) requiere demostrar a la PROFEPA que sus actividades mineras no afectan el medio ambiente. Para ello, realiza un constante monitoreo de las condiciones geohidrológicas del acuífero, con lo cual genera gran cantidad de información. El IMTA valida el programa de actividades de MICARE y el análisis de dicha información.

Por otro lado, MICARE monitorea el comportamiento del nivel freático en la zona de los Inclinados que se hicieron para la explotación de mina VI, que cruzan el acuífero. El monitoreo tiene el objeto de detectar abatimientos de tal magnitud que pudieran afectar



Extracción de carbón en mina.

otras actividades de la región. Con base en lo anterior, MICARE implementó un sistema de vigilancia.

Al final de cada periodo de validación del programa de MICARE, el IMTA entrega un informe técnico que muestra a la PROFEPA el grado de avance y la validación del programa de actividades que realiza MICARE, tanto en tajo como en mina.

Los informes técnicos incluyen: 1) validación del monitoreo al acuífero Allende-Piedras Negras en la zona de mina VI y el grado de afectación de la impermeabilización de los Inclinados en el mismo acuífero, y 2) grado de avance y validación del programa de actividades recomendadas por el IMTA para el monitoreo del acuífero, con el fin de mitigar los posibles impactos al acuífero como consecuencia de la extracción del carbón a través del Tajo III.

Bacardí y Compañía, S. A. de C. V.

Caracterización de la posible contaminación de las aguas subterráneas por el riego con mezcla de vinaza y aguas subterráneas en la zona de La Galarza, Izúcar de Matamoros, Puebla

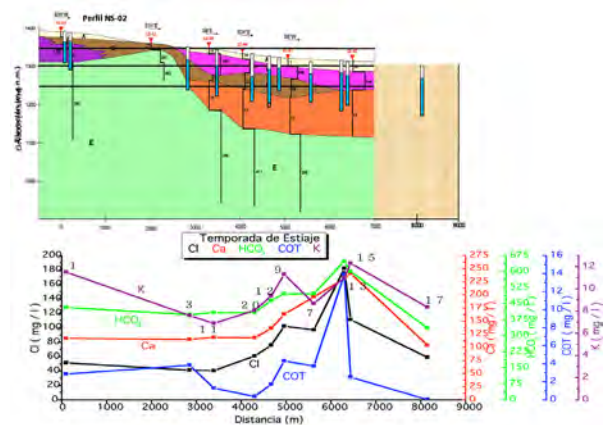
En los años cincuenta Bacardí y Compañía emplazó una destilería en La Galarza, Izúcar de Matamoros, región productora de caña de azúcar. La vinaza, subproducto final de la destilería, se mezcla con agua subterránea utilizada por los agricultores para fertilizar los suelos e incrementar la productividad de

la caña de azúcar. En los últimos años se ha observado la presencia de manganeso (Mn) y cambios en la calidad del agua de pozos de abastecimiento público de la zona.

El IMTA caracterizó el ambiente geohidrológico y evaluó la posible contaminación de los recursos de agua subterránea debido al riego con mezcla de vinaza y agua subterránea, y propuso acciones de control y remediación para la protección de la calidad del acuífero.

La geología y petrografía de la zona evidencian la existencia de fuentes naturales de Mn en el subsuelo. Los resultados de campo y laboratorio indican que el uso de vinaza en la agricultura incide en la calidad del agua subterránea por aplicación de láminas de riego excesivas. La presencia de Mn en pozos en concentraciones por arriba de la NOM-127-SSA1-1994, se debe a procesos de biodegradación de la materia orgánica de la vinaza que favorecen la solubilidad de óxidos de manganeso.

Así, se definieron los procesos fisicoquímicos que producen la solubilidad del Mn y la presencia de



Exploración geofísica de la zona mediante sondeos eléctricos en el dominio del tiempo (TEM) y composición hidroquímica del agua subterránea en la dirección del flujo.

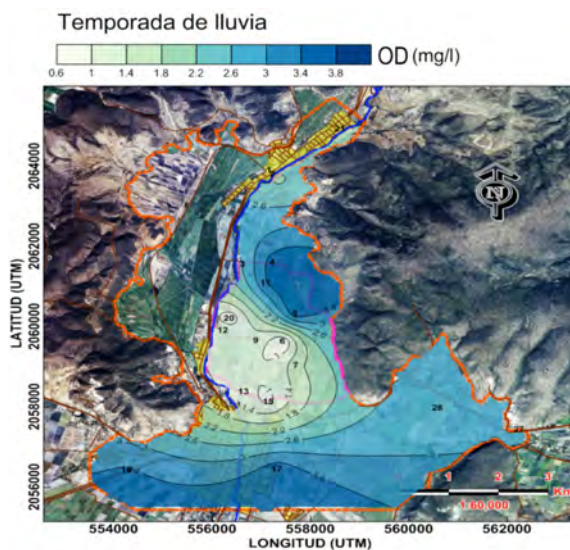
elementos que degradan la calidad en el agua subterránea. Se encontró la existencia de un flujo subterráneo profundo de buena calidad que puede utilizarse para mejorar las extracciones de los pozos de abastecimiento público que presentan deterioro de su calidad. Además, se establecieron acciones que permitirán controlar y remediar la contaminación del agua subterránea.

COOPERACIÓN INTERNACIONAL

Unión Europea

VIVACE (Vital and Viable Services for Natural Resource Management in Latin America)

En el marco de la cooperación internacional, el IMTA gestionó la realización de un proyecto denominado VIVACE, el cual se desarrolla de manera conjunta con instituciones de investigación de países de Europa, Argentina y México. Durante 2011 se



Distribución del oxígeno disuelto en el agua subterránea que indica reacciones de óxido reducción que producen la solubilidad de Mn en el acuífero.

han desarrollado actividades que complementan la definición de escenarios para el caso de Xochimilco, elegido como uno de los casos de estudio. Para ello se seleccionaron lugares de análisis específicos, se aplicaron encuestas y entrevistas, comparables para el caso tanto de Xochimilco como de la cuenca de El Tigre, en Argentina. Estas actividades servirán de insumo a los siguientes paquetes de trabajo a desarrollar durante el presente año.

Asimismo, se encuentra en proceso el documento de estudio de factibilidad de aplicación de tecnologías en Xochimilco, basado en los datos de entrevistas y encuestas, y este estudio de factibilidad también será comparable al caso argentino. Por otro lado,



Viviendas en el barrio La Conchita, Xochimilco.



La chinampa, medio de subsistencia de algunas familias en Xochimilco.

se realizó un taller de intercambio de experiencias en coordinación con la Asociación de Empresas de Agua y Saneamiento.

El proyecto pretende, como parte de sus entregables, incidir en procesos de política pública para el mejoramiento y el desarrollo sustentable de Xochimilco. Las actividades incluyen una valoración económica de las principales actividades productivas y aspectos relacionados con el agua y el saneamiento, actividad que se encuentra en proceso.

Red Latinoamericana de Centros de Conocimiento en el Sector Agua (RALCEA)

El IMTA fue designado por el gobierno mexicano punto focal de la RALCEA, proyecto regional financiado por la Comisión Europea implementado en América Latina por la Dirección General Centro Común de Investigación. Su objetivo es colaborar en la promoción del desarrollo de políticas públicas basadas en conocimiento científico-técnico, fomentando el desarrollo de capacidades en el sector del agua a través del establecimiento de una red de centros de excelencia.

UNESCO

En el marco del Programa Hidrológico Internacional, se trabajó en la conformación del contenido de la VIII Fase y se participó en la 49ª Reunión de la Mesa del Consejo Intergubernamental del PHI en calidad de Vicepresidente del Grupo 3, representando a la América Latina y el Caribe para el periodo (2010-2013).

OCDE

El IMTA participa en la tercera evaluación de desempeño ambiental que la Organización aplica a sus miembros, a petición de parte. El IMTA se inserta en las tareas de investigación, desarrollo, adaptación y transferencia de tecnología, y formación y capacitación técnica especializada de recursos humanos.

JAPÓN

En el marco del Programa Conjunto México-Japón, bajo el esquema de Capacitación a Terceros Países, el IMTA, en coordinación con Japan International Cooperation Agency y la Secretaría de Relaciones Exteriores, impartió el curso internacional *Sistemas naturales de tratamiento de aguas y lodos residuales, su reúso y aprovechamiento*, a siete países de América Latina.

Para el seguimiento de los Planes de Acción elaborados durante las actividades del curso, se llevó a cabo una

videoconferencia donde participaron representantes de: Guatemala, República Dominicana, Nicaragua, Honduras y México, quienes presentaron resultados sobre humedales, lagunas y biofiltros.

AUSTRALIA

Con la Universidad de Sidney se concretó el diseño del taller *Métodos de pronóstico estacional estadístico para el manejo del agua*, a celebrarse en noviembre en el IMTA, así como un segundo taller para 2012.

HAITI

En el marco del proyecto *Fortalecimiento institucional del Observatorio Nacional de Medio Ambiente y Vulnerabilidad*, entre el IMTA y el ONEV/Ministerio de Medio Ambiente, se impartió un diplomado en Hidrometeorología a seis expertos de ese país en el manejo de observaciones meteorológicas prácticas y generación de capacidad en interpretación de los productos de pronóstico. Asimismo, se impartió el curso *Hidrogeoquímica aplicada* a cincuenta técnicos.



ECUADOR

Se continuó con la capacitación y asesoría en el proyecto *Aplicación de la hidroinformática en la gestión de los sistemas de agua potable, alcantarillado y tratamiento a la empresa metropolitana de Agua y Alcantarillado de Quito (EMAAPQ)*.

ANGOLA

A solicitud de la Secretaría de Relaciones Exteriores, se recibió en pasantía a dos técnicos del Ministerio de Energía para capacitarse en el mejoramiento de la eficiencia de los sistemas de agua potable, asesoría, normas técnicas y reglamentaciones, en el marco de la semana de África en México, organizada por la Secretaría de Relaciones Exteriores.



EMBAJADA BRITÁNICA

Impacto del cambio climático en la calidad del agua

Algunos de los impactos del cambio climático sobre la calidad del agua ya han sido identificados en algunas regiones como los grandes lagos, entre Canadá y Estados Unidos; sin embargo, muchos de estos estudios no son aplicables a México debido a que las condiciones ambientales, así como intervalos de temperatura y niveles de contaminación, difieren de manera considerable.

En este tenor, se identificó la necesidad de determinar los impactos causados por el incremento de la temperatura en los cuerpos superficiales de agua de nuestro país y establecer medidas de adaptación y propuestas de políticas públicas que permitan mitigar dichos impactos para alcanzar niveles razonables de sustentabilidad del recurso hídrico.

En el avance para detectar impactos, en México se ha determinado un incremento en la temperatura de los cuerpos superficiales de agua de 1 °C, cuyo efecto será importante en ríos y lagos con nivel alto de contaminación antropogénica.

Con la aplicación de la metodología desarrollada, que tiene como soporte el análisis estadístico de la base de datos de la calidad del agua de la CONAGUA y reuniones de trabajo con las dependencias involucradas, se proponen las siguientes medidas de adaptación, así como las políticas públicas que deberían implementarse para mitigar dichos efectos: fortalecer el monitoreo de la calidad del agua para generar la información que permita la mejor toma de decisiones, integrar un programa de monitoreo de calidad del agua a nivel nacional que sea consistente y se cumpla en tiempo y

forma, inclusión y adaptación de la legislación al cambio climático, elaboración de una legislación y de marcos normativos que contemplen el cambio climático, apoyo financiero a acciones de mitigación, mejora en el manejo de los sistemas públicos de agua, gestión integrada de agua superficial y subterránea, adopción de tecnologías mejoradas, separación de drenajes sanitarios y

pluviales, tratamiento de agua residual y captación de agua de lluvia.

Con la aplicación de las medidas de adaptación y la implementación de las políticas propuestas, será posible conocer a tiempo los cambios en la calidad del agua por efecto del cambio climático, para así tomar las decisiones pertinentes.



Esquema resultante del análisis realizado para la propuesta de políticas públicas.



1° Taller
Participante
ING. GERARDO MORALES ANZOLA

1° Taller
Participante
ING. ANA D...

50
25
50
100

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

1.3

Maestría y doctorado en Gestión Integral del Agua en Cuencas y Acuíferos, del Posgrado en Ciencias y Tecnología del Agua

En 2005, la CONAGUA y el CONACYT, a través del Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo sobre el Agua, lanzaron una convocatoria para el diseño y operación de posgrados en las temáticas que el Instituto estaba abordando, de tal manera que el IMTA participó en dicha convocatoria obteniendo el dictamen favorable de entre 38 propuestas presentadas. En 2006 la CONAGUA, con aprobación del CONACYT, solicitó al IMTA cambiar la modalidad de la maestría, de presencial a distancia. Durante 2007 los programas de posgrado iniciaron

operaciones de la primera generación de la maestría y el doctorado. A fines de 2008 la CONAGUA manifestó su interés en apoyar una segunda generación del posgrado, situación concretada en 2009 con la firma del Convenio Modificadorio del fondo sectorial. Así, a partir de 2010 se iniciaron los cursos de la segunda generación.

Entre los resultados destacan: siete alumnos graduados de la primera generación de la maestría, examen predoctoral de un estudiante de la primera generación, impartición de cursos (cuarto y quinto cuatrimestre) de la segunda generación de la maestría (18 matriculados) y del doctorado (16 matriculados).

Con ello, se incrementa en el país el número de especialistas de alto nivel, con una sólida formación científica y tecnológica, que contribuyen al fortalecimiento de las capacidades del sector hídrico y permiten proponer soluciones originales

e innovadoras. Por otra parte, se apoya la profesionalización del personal de la CONAGUA y de otras instituciones públicas vinculadas con el recurso hídrico, que aportan soluciones integrales, socialmente viables y económicamente factibles que impactan en el desarrollo sustentable del país.

desarrollo tecnológico, transferencia de tecnología y prestación de servicios tecnológicos en diversas disciplinas relacionadas con el recurso agua.

El Programa de Capacitación para el Sector Hídrico se enfoca en atender los problemas prioritarios del sector. En este sentido, los instructores del Instituto regularmente trabajan en proyectos orientados a la solución de los problemas, por lo que al participar como instructores aportan su experiencia en temas específicos, haciendo más eficiente el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para 2011 se tienen ofertados alrededor de veinte cursos presenciales abiertos a todo el público, con objeto de fortalecer las capacidades del sector. Al primer semestre, se han impartido dos cursos: el primero relativo a la operación de plantas de tratamiento de aguas residuales por lodos activados,



Sesión presencial de maestría.



Examen de grado de maestría.



Programa de Capacitación Presencial para el Sector Hídrico 2011

Durante varios años, el IMTA ha coordinado la oferta de capacitación para el sector hídrico. Para este fin, cuenta con un equipo interdisciplinario constituido por más de trescientos especialistas con nivel de posgrado, todos ellos dedicados al



donde se tuvo la participación de 29 capacitandos provenientes de empresas de la iniciativa privada; y, el segundo, sobre modelación unidimensional de flujo a superficie libre usando HEC-RAS, un *software* de distribución gratuita, donde participaron 11 personas provenientes tanto de empresas de la iniciativa privada como del sector gubernamental.

Cabe señalar que como parte de la planeación para la implementación de este programa anual de capacitación presencial, se recopiló e integró la información de los cursos a ofertar y se tramitó y obtuvo el registro como Agente Capacitador Externo ante la Secretaría de Trabajo y Previsión Social.

El Programa impactará en la difusión de conocimiento a personal del sector, lo que redundará en una mejora en la administración y gestión del recurso.

Instrumentación de un programa de capacitación y certificación de las competencias laborales del personal para la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento de Tabasco (CEAS-Tabasco) 2011

La operación de los servicios públicos requiere tanto de infraestructura como de equipo, así como personal calificado para operarlos adecuadamente y desempeñar las funciones pertinentes al servicio que le son encomendadas. En este sentido, el CEAS-Tabasco decidió fortalecer las capacidades laborales de su personal.

Al respecto, el IMTA propuso implementar un esquema completo de capacitación basado en

las Normas Técnicas de Competencias Laborales (NTCL) y la Entidad de Certificación y Evaluación (ECE) que establece el Servicio Civil de Carrera, así como realizar el seguimiento y evaluación periódica de la capacitación realizada, con el objetivo de certificar a 1,000 empleados; meta sin precedentes en el ámbito nacional.

Por otra parte, el Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER) otorgó la cédula de acreditación al IMTA como Entidad de Certificación y Evaluación (ECE).



Impartiendo curso de reforzamiento.



Ejercicio en el curso de reforzamiento.

De esta manera, se llevó a cabo la 1ª Sesión Ordinaria del Comité de Gestión por Competencias del Sector Hídrico (CGCSH), en la que al IMTA se le aprobaron los siguientes Estándares de Competencia: Análisis de pruebas físicas para la determinación de parámetros físicos del agua, Cuantificación del consumo de agua potable con medición, Operación del proceso manual y semiautomático de tratamiento de potabilización, Conservación de la red de agua potable, Conservación del funcionamiento operativo de la red de alcantarillado y Operación del tratamiento de aguas residuales de lodos activados.

Estos Estándares de Competencia, junto con las NTCL del CONOCER vigentes, han servido para capacitar al personal de la CEAS durante el primer semestre de 2011, en el que se capacitó a 256 participantes.

Sistema de Capacitación a Distancia e-Learning 2011

A lo largo de su historia el Instituto ha realizado actividades de capacitación presencial. En la actualidad impulsa una nueva estrategia para la formación de recursos humanos: la formación a distancia por medio de Internet, siendo la innovación, la difusión del conocimiento tecnológico, la formación de recursos humanos del sector y el uso de las nuevas tecnologías de información y comunicación sus principales ejes rectores.

Como resultados del semestre figuran el rediseño del sitio de educación a distancia y la actualización de la plataforma Moodle para mejor administración

Sistema de Capacitación a Distancia e-Learning

Usted no se ha autenticado. (Entrar)
Español - Internacional (es) ▼

Categorías

- Cursos
- Diplomados
- Especialidades
- Proyectos
- Convenios
- GIA Conagua
- Mejoramiento de la Medición en Distritos de Riego

Buscar cursos ...
Todos los cursos ...

Menú principal

- Novedades

OFERTA EDUCATIVA

CURSOS:

- Zonas de riego modernizadas
- Antecedentes y principios de la GIA
- Conflictos y gobernabilidad para la GIA
- Instrumentos de la GIA
- Formación de instructores
- Presentaciones didácticas

DIPLOMADOS:

- Gestión Integrada del Agua (GIA)
- Sequías

CONVENIOS:

Aplicaciones requeridas

Si no puede visualizar los contenidos, instale este complemento:

Bienvenidos

DIPLOMADO A DISTANCIA GESTIÓN INTEGRADA DEL AGUA

PARA PERSONAL DE SERVICIOS A USUARIOS DE LOS ORGANISMOS DE CUENCA Y DIRECCIONES LOCALES DE LA CONAGUA

En el siguiente vínculo encontrarás el programa de capacitación a distancia 2011:
[PROGRAMA DE CAPACITACIÓN A DISTANCIA 2011](#)

Mejoramiento de la Medición en Distritos de Riego

CURSO: Formación de Instructores SISTAG-CNA

Entrar

Nombre de usuario:

Contraseña:

Entrar

¿Ha extraviado la contraseña?

Calendario

July 2011

Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Eventos próximos

- Diplomado Gestión Integrada del Agua
 - Monday, 11 July (10:00)
 - Friday, 4 November (18:00)

Ir al calendario...

Usuarios en línea

(últimos 5 minutos)

- Alejandro Santillano Estrada
- Edgar Rigoberto Santos Montalvo

Contador de visitas

4087

El contador inició el 23 de June de 2010

de los cursos, el trabajo y acceso de los participantes a los contenidos.

Actualmente, se oferta un programa de capacitación a distancia con seis cursos y dos diplomados.

Sistema de Capacitación a Distancia

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
GOBIERNO FEDERAL

SEMARNAT

Diplomado gestión integrada del agua
Zonas de riego modernizadas
Antecedentes y principios de la gestión integrada del agua
Conflictos y gobernabilidad para la gestión integrada del agua
Instrumentos de la gestión integrada del agua
Presentaciones didácticas
Formación de instructores

INFORMES E INSCRIPCIONES:
Subcoordinación de Capacitación Externa y Posgrado
Tel. (777) 329 3600 Ext. 612
<http://capacitacionadistancia.imta.mx>

Metodología para la formación de educadores ambientales y producción de materiales didácticos

Una de las funciones del IMTA consiste en diseminar el conocimiento. Así, produce materiales de divulgación que apoyan el fortalecimiento de la cultura del agua entre diferentes sectores de la población mexicana.

Entre los avances principales en materia de educación ambiental, se cuenta con los borradores de tres libros: *Agua y salud*, *Cambio climático: mitigación* y *Cambio climático: adaptación*.

Esta línea de trabajo abre posibilidades de comunicación con públicos no especializados que, al contar con información de calidad, podrán mejorar su relación (uso y consumo) del agua.

Capacitación en caracterización toxicológica de la calidad del agua

La mayor parte de las cuencas de México presentan un acelerado proceso de urbanización y la consecuente demanda de servicios. A ello, se suman la creciente industrialización de la zona y la expansión agrícola, que aportan contaminantes a los cuerpos de agua, así como la extracción de agua de los acuíferos. Todas estas actividades ejercen enorme presión sobre el recurso hídrico.

Por lo anterior y a través de Fondos Sectoriales CONACYT-CONAGUA, se consideró necesario un estudio que abordará parámetros que integren



respuestas de afectación al recurso hídrico, tal y como son el uso de indicadores biológicos mediante pruebas de toxicidad, que permitan evaluar mezclas de sustancias químicas, y así constituir parte del marco normativo para el control ambiental y la generación de capacidad analítica.

En México, un número limitado de instituciones están en capacidad de efectuar análisis de toxicidad siguiendo protocolos analíticamente confiables. La mayoría de estas instituciones han sido capacitadas por el IMTA a lo largo de los últimos veinte años a través de un modelo de Taller de Transferencia Tecnológica.

En vista de que el número de instancias capacitadas en la determinación de toxicidad no será el suficiente para afrontar la demanda de este servicio de análisis, y considerando la importancia de ampliar su mercado, el proyecto incluyó el desarrollo de dos Talleres de Transferencia Tecnológica para laboratorios privados, los cuales podrán comercializar el servicio en estudios ambientales para el país.

En total, se ha capacitado a veinte laboratorios privados para el desempeño de pruebas de toxicidad con *Vibrio fischeri*, *Daphnia magna* y *Pseudokirchneriella subcapitata*, y se otorgaron a la CONAGUA tres protocolos y los criterios de calidad



Capacitación práctica para la prueba con *Daphnia magna*.

analíticos que constituyen el paquete de pruebas para evaluación de toxicidad a integrarse en las Normas Mexicanas.

El proyecto otorga a las autoridades metodologías que permiten detectar la carga tóxica en descargas y en ambientes naturales, fortalece la capacidad analítica del país para la detección de la toxicidad en agua y fomenta un mercado a explotar para el sector privado interesado en el desarrollo de pruebas biológicas.

Programa de Promoción para la Organización Empresarial de Unidades de Riego

Para lograr un uso eficiente del agua y generar una mayor participación de todos los involucrados en el manejo del recurso en las Unidades de Riego, la CONAGUA estableció un programa estratégico que le permite estructurar un apoyo a los productores rurales usuarios del agua y a las autoridades competentes en su administración.

El Programa se fundamenta en el desarrollo del capital humano y social a través del fomento de la



Capacitación teórica para la prueba con *Vibrio fischeri*.

empresarialidad en las organizaciones de usuarios de riego (OUR), como componente estratégico en la inducción de los productores rurales organizados para generar una mayor riqueza con el uso del agua y favorecer la seguridad de abasto que en el futuro requiere el país.

Se trabajó en unidades de riego de Sinaloa. En las Unidad de Riego Los Becos, se diseñó el plan y la estrategia de capacitación de 144 productores de riego, la elaboración de la estructura de desarrollo empresarial campesina y su capacitación en el desempeño. También, se elaboró una propuesta de proyecto de una comercializadora de insumos y productos agrícolas para beneficiar a 47 productores mediante 467 ha. Ello les permitirá generar más

empleos a los mismos productores y en lo económico disminuir los costos de producción para así ser más competitivos en el mercado.

En las unidades de riego Agua Verde, Laguna de Beltranes y Las Higueras se elaboró el plan y la estrategia para la capacitación de 391 productores de riego y una propuesta de seguimiento al proceso de capacitación en gremios empresariales.

La importancia de estos proyectos estratégicos enfocados a los usuarios de unidades de riego se fundamenta en la imperiosa necesidad de que los productores agrícolas, formados como empresarios, produzcan y comercialicen sus productos con una visión de optimización de sus recursos.



Productores definiendo el proyecto de la comercializadora de la unidad Los Becos, Sinaloa.



Productores participando en la elaboración del proyecto de fábrica de escobas de la unidad Laguna de Beltranes, Sinaloa.



Productores elaborando el proyecto de la deshidratadora de fruta de la unidad Las Higueras, Sinaloa.



PROMOCIÓN Y DIFUSIÓN DEL CONOCIMIENTO

1.4

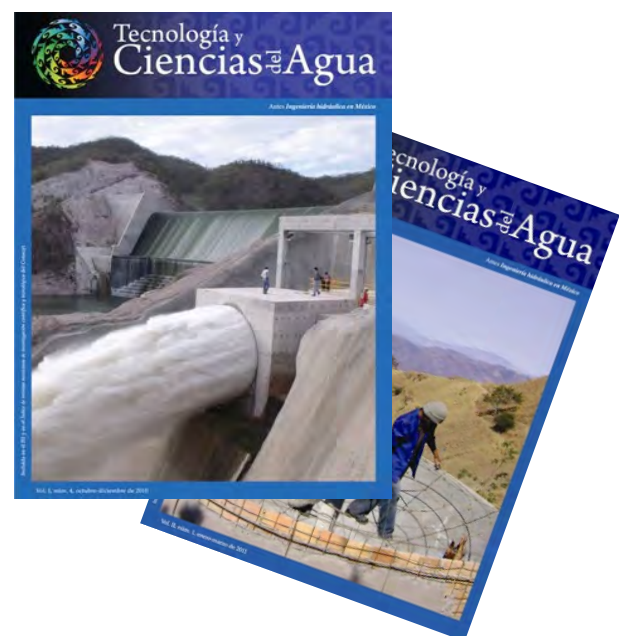
Revista Tecnología y Ciencias del Agua

En el presente año, se han editado tres números de la revista: Vol. II, núm. 1, enero-marzo; vol. II, núm. 2, abril-junio, y vol. II, núm. 3, julio-septiembre, tanto en versión impresa como digital.

Hasta junio de este año, se han enviado 1,159 artículos en PDF a personas que solicitaron ex profeso el material desde diversos países: Alemania, Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, España, México, Perú, Uruguay y Venezuela.

De enero a junio de 2011, la página web de la revista (www.imta.gob.mx/tyca) tuvo 29,372 visitas de 86 países/territorios, destacando las consultas de México, Colombia, Perú, España, Venezuela,

Argentina, Chile, Ecuador, Bolivia y Estados Unidos. El porcentaje de visitas desde México fue de 50.45% y desde el extranjero de 49.55 por ciento.



Portadas de los tres números de la revista.

Centro de Conocimiento del Agua (CENCA)

El CENCA desarrolla y proporciona servicios de información tecnológica, con periodicidad definida y por solicitud expresa, en apoyo a los profesionales del sector agua nacional en la toma de decisiones y en la actualización de sus conocimientos científicos y tecnológicos, así como en la solución de los problemas que se les presenten en el desempeño de sus actividades institucionales. Estos servicios están disponibles a través de su portal web: <http://cenca.imta.mx>.

De acuerdo con lo programado, se continúan enviando los nuevos servicios de información especializados que constituyen un elemento esencial en la gestión del conocimiento en el Instituto, los servicios proporcionados son: boletín de Noticias

Nacionales Relevantes sobre el Agua en forma diaria, seis números de los boletines: Tablas de contenido, Nuevas adquisiciones bibliográficas y Eventos técnicos. Con respecto al sitio web (<http://cenca.imta.mx>), se incrementó el número de documentos digitales, por lo que se tuvieron 24,565 accesos al catálogo general, se consultaron 1,637 títulos de revistas y se obtuvieron 998 artículos a texto completo. De manera especial y con el fin de promover el uso de nuestros servicios, el Cenca implementó un programa de formación de usuarios para desarrollar las habilidades de los especialistas del IMTA en la búsqueda y recuperación de información. En este programa se instituyó la actividad “el Cenca fuera del Cenca”, consistente en llevar la biblioteca (libros, revistas, bases de datos y mobiliario) a las diversas áreas de trabajo de los especialistas. Dicho programa permitió incrementar las estadísticas de uso de los servicios y conocer con mayor precisión las necesidades y requerimientos de información de los usuarios.



Comunicación institucional

El IMTA tiene entre sus funciones principales la disseminación del conocimiento. En este contexto, se han generado los criterios de comunicación institucional que permitan organizar las diversas actividades enfocadas a proyectar el quehacer e imagen de la institución.

Programa Editorial

Con el objetivo de extender la difusión de los productos editoriales del IMTA, se continúa con los puntos de venta en librerías del Instituto Politécnico Nacional y de la Universidad Autónoma Metropolitana, así como de El Sótano, EDUCAL y diversos establecimientos de la cadena Librerías Gandhi.

Se publicó el *Informe Anual IMTA 2010* y se trabajó en la edición del libro *El conocimiento y la innovación en la gestión sustentable del agua. XXV aniversario del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*.

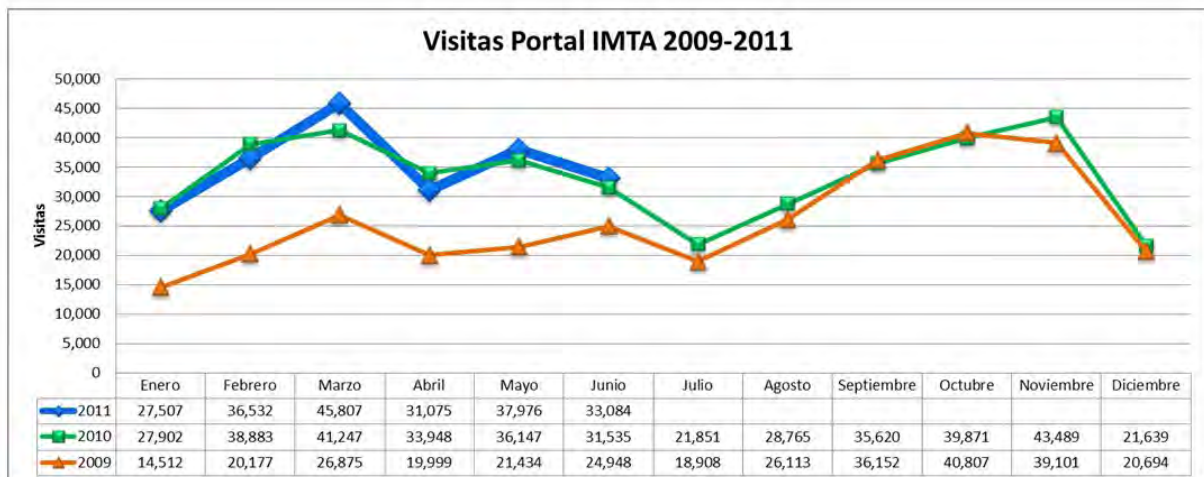
Cabe resaltar la aceptación que ha tenido el libro *Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático*. Desde el mes de febrero hasta el junio se han registrado 1,116 descargas de su versión electrónica, publicada en el sitio web institucional.

Sistemas informáticos y sitios web

En 2009 se consolidó la Red de Sitios IMTA, encabezada por los principales sitios institucionales: el portal IMTA, ATL: El Portal del agua desde México e IMTANet. Además de integrar sitios temáticos de diversa índole. Durante 2010 se dio continuidad en el mantenimiento y soporte de la Red de Sitios IMTA, incorporando algunos sitios temáticos de acuerdo con las necesidades de difusión de información de diferentes áreas del Instituto.

En 2011 se han llevado a cabo las actividades de diseño, desarrollo, mantenimiento, operación y actualización de la Red de Sitios IMTA. Asimismo, se realizó el mantenimiento y actualización de 15 sitios institucionales y temáticos. Por otro lado, se da cumplimiento a los lineamientos de imagen y contenido establecidos por el Sistema Internet de la Presidencia (SIP).

El portal IMTA ha recibido 211,981 visitas en el primer semestre, mientras que la Red de Sitios IMTA en su conjunto ha registrado un total de 518,978.



Producción radiofónica

El programa *Planeta Agua*, que entra en su séptimo año de transmisiones, es un espacio radiofónico del IMTA en colaboración con la Universidad Autónoma del Estado de Morelos que ha permitido la difusión del conocimiento del agua a través de especialistas invitados. Para ampliar la difusión de sus contenidos, las emisiones también se transmiten vía Internet a través de los portales del Instituto y *Atl*, *El Portal del Agua desde México*, de la Cátedra UNESCO-IMTA *El Agua en la Sociedad del Conocimiento*.



Gaceta del IMTA

En 2011 se han publicado seis números de la *Gaceta del IMTA*, medio de difusión electrónica para dar a conocer avances y resultados de los proyectos más importantes desarrollados en el Instituto. Por medio de correo electrónico esta publicación llega a más de 10 mil lectores ubicados en el sector medio ambiente. La gaceta también puede consultarse en la página web institucional: www.imta.gob.mx.



Producción de videos

Las nuevas tecnologías electrónicas y de comunicación son un instrumento dentro de las estrategias de difusión y divulgación del conocimiento del agua generado en el instituto. De esta manera, el material audiovisual producido constituye un valor agregado a los productos y servicios prestados, como parte

de los proyectos que se aplican a la solución de la problemática existente en el sector hídrico.

En el primer semestre de 2011 se produjeron tres videos documentales: *IMTA: a la vanguardia en investigación en el sector hídrico*, *Contaminantes emergentes: conocimiento en construcción y Aprovechamiento sustentable de las aguas residuales para riego agrícola del Ingenio Plan de San Luis*.



Se reeditaron los videos documentales: *Tratamiento de las aguas residuales del Ingenio Emiliano Zapata en un humedal de flujo intermitente* y *Tratamiento de las aguas residuales del Ingenio Casasano en un humedal de flujo intermitente*.

Se tiene un avance de 40% en la producción de los videos documentales *Biofiltración con material orgánico* y *Riego con agua residual en Cortázar, Celaya, Guanajuato*.

Por otra parte, se comenzará la edición de programas sobre las jornadas de reflexión desde la ciencia y la tecnología, de eventos organizados por las coordinaciones del IMTA y se produjeron 27 cápsulas informativas.

Asimismo, se realizó la producción de 675 copias en DVD de videos de producción propia de distintos títulos.

El material audiovisual producido y difundido por el IMTA contribuye a la gestión sustentable del agua mediante la generación y diseminación del conocimiento y la tecnología, desarrollando una cultura ambiental orientada a valorar y actuar con un amplio sentido de respeto a los recursos naturales.

Artículos publicados por especialistas

Al primer semestre, especialistas del IMTA han publicado 75 artículos científicos y de divulgación, así como tres capítulos en libros. Entre las revistas donde se han publicado los artículos se encuentran: *Water Research*, *International Journal for Numerical Methods in Fluids*, *Bioresource Technology*, *Mycopathologia*.





OTRAS ACTIVIDADES RELEVANTES

1.5

Jornadas de Reflexión desde la Ciencia y la Tecnología

En el marco de la celebración de los 25 años del IMTA se llevaron a cabo las Jornadas de Reflexión desde la Ciencia y la Tecnología, en las cuales cada una de las coordinaciones del Instituto compartió experiencias, perspectivas y resultados a futuro en los siguientes temas: tratamiento y calidad del agua, el agua como factor estratégico para la producción de alimentos, hidráulica, el IMTA como formador de capacidades institucionales del sector agua, contribución de la hidrología en el desarrollo social y la participación social y la divulgación del conocimiento para la gestión del agua. En las jornadas participaron destacados expertos externos en cada tema.



Panel de discusión, posterior a la exposición de los ponentes.



El Dr. Polioptro Martínez Austria, Director General del IMTA y el Coordinador de Riego y Drenaje M. C. Fernando Fragoza Díaz, acompañan a los panelistas.

Catálogo fotográfico La gestión de la Comisión del Papaloapan en imágenes, 1944-1983

Como parte de las actividades del Consejo Nacional Mexicano del Programa Hidrológico Internacional (Conamexphi), específicamente dentro del Programa de Agua y Cultura, se editó el catálogo fotográfico *La gestión de la Comisión del Papaloapan en imágenes, 1944-1983*, en coordinación con el Archivo Histórico del Agua. Este catálogo recoge material fotográfico del archivo de la Comisión del Papaloapan y pretende ser de utilidad a los interesados en la historia de la cuenca del Papaloapan, de su papel en los cambios económicos y sociales, y de la transformación del paisaje de la cuenca, a través de novecientas imágenes.

Comisión Nacional de Normalización

La Comisión Nacional de Normalización (CNN) tiene como objeto coadyuvar en la política de normalización y permitir la coordinación de actividades que en esta materia corresponda realizar a las distintas dependencias y entidades de la administración pública federal y fue instituida con la Ley Federal de Metrología y Normalización (LFMN) de 1992.

El IMTA ha participado en la CNN como representante del sector académico nacional desde su constitución, colaborando en las funciones anteriores --que se presentan en cada una de las reuniones trimestrales--, y en algunas ocasiones en el Consejo Técnico. La representación titular por parte del IMTA está actualmente en el Coordinador de Asesores, y la suplencia en un especialista en hidráulica.



Portada de *La gestión de la Comisión del Papaloapan en imágenes, 1944-1983.*

PREMIOS Y DISTINCIONES

1.6

- El IMTA fue distinguido con el Premio Nacional de Irrigación, otorgado por la Asociación Nacional de Especialistas en Irrigación, la mayor distinción en la materia, por sus contribuciones al desarrollo tecnológico en la agricultura de riego.
- Los doctores Víctor Hugo Alcocer Yamanaka y Velitchko Georguiev Tzatchkov, por su trabajo “Análisis espectral de consumo doméstico de agua potable”, recibieron el Premio Nacional José A. Cuevas al Mejor Artículo Técnico, otorgado por el Colegio de Ingenieros Civiles, A. C.
- El doctor Javier Aparicio Mijares recibió un reconocimiento como el profesor más destacado en la maestría de Ingeniería Hidráulica, Semestre 2011-II UNAM-Campus Morelos.
- El maestro en Hidrología Manuel Martínez Morales obtuvo el grado de doctor en Ingeniería por la Facultad de Ingeniería, UNAM.



ANEXOS

1 Patentes

Relación de patentes (al primer semestre de 2011)

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	Mezcla cruda para la producción de Clinker de cemento tipo Portland resistente a la corrosión microbiológica.	Título 282541
8	Válvula con cámara de amortiguamiento paralelas para la separación y expulsión de aire en la toma de agua domiciliaria.	Título 237185
9	Sistema de floculación con aire.	Título 250205
10	Formulación de microherbicida para el control del lirio acuático.	Título 286577
11	Estructura para disipación de energía y aereación de corrientes.	Examen de fondo

12	Limitador de gasto para redes de riego a presión.	Examen de fondo
13	Banco de pruebas para válvulas de hidráulica de compuerta y mariposa 2" hasta 12".	Examen de fondo
14	Utilización del tabachín y de la jacaranda en biofiltros utilizados en el tratamiento de aguas residuales (copropiedad IMTA/CRIQ)	Examen de fondo
15	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 fondo
16	Remoción de arsénico por electrocoagulación utilizando un reactor a flujo pistón y un tren complementario de tratamiento conformado por floculación mejorada, sedimentación y filtración.	Examen de fondo
17	Proceso de tratamiento biológico aerobio de aguas residuales mediante biocinta sumergida e instalación para su realización (BIOSTAR 1).	Examen de fondo
18	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 fondo
19	Barredora portátil para albercas por impulsión y procesos de barrido de albercas por impulsión hidráulica.	Examen de fondo
20	Método de biofiltración de un efluente líquido.	Examen de fondo
21	Tratamiento de lixiviados de solución nutritiva y su reúso en cultivo de hidroponía.	Examen de fondo
22	Orientador de flujo en vertederos de abanico.	Examen de fondo
23	Modificación a la tecnología de filtración en múltiples etapas para reúso de agua en la acuicultura, con descarga cero.	Examen de fondo
24	Sistema combinado de biofiltración-humedal para el tratamiento de aguas residuales de viviendas unifamiliares.	Examen de fondo
25	Dispositivo aspersor modificado para riego.	Examen de fondo
26	Remoción de nitrógeno en un reactor biológico por combinación de biomasa sumergida en lecho fijo y suspensión (modificación del sistema de lodos activados Ludzack-Ettinger).	Examen de fondo
27	Sistema de calibración para sensores de temperatura (SI-CAST).	Examen de fondo
28	Sistema de calibración para sensores de humedad relativa.	Examen de forma

2 VINCULACIÓN CON INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN (2011)

Clave	Proyecto	Institución	Objetivo
RD0927.3	Nivelación de precisión a lo largo de circuitos dentro de la zona con hundimientos del Distrito de Riego 014, Río Colorado, Baja California.	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior, de Ensenada, Baja California.	Realizar una nivelación geodésica de primer orden, clase II, en aproximadamente 50 km de circuitos dentro de la zona con hundimientos del DR 014, Río Colorado, Baja California para completar la segunda nivelación.
TC1018.4	Colaboración técnica con la UPEMOR en el tratamiento de lixiviados procedentes del cultivo de jitomate hidropónico, para su integración a la solución nutritiva.	Universidad Politécnica de Morelos.	Transferencia del sistema de tratamiento para recuperar el agua y nutrientes provenientes de los lixiviados del cultivo de jitomate hidropónico.
TC1109.4	Filtración de aguas residuales con contaminantes recalcitrantes para remoción de macronutrientes.	Universidad Nacional Autónoma de México.	Determinar el efecto de diferentes variables sobre la remoción de macronutrientes de aguas residuales utilizando biopelículas inmovilizadas en diferentes medios (1ª etapa, 2011): desarrollar un protocolo de investigación e iniciar los trabajos de investigación para cada uno de los siguientes tres temas de estudio: 1) Efecto de la granulometría, la carga orgánica y la velocidad de filtración en la remoción de macronutrientes de agua residual municipal, 2) Efecto de la relación C/N y la aireación en la remoción de ambos macronutrientes de agua residual agroindustrial, y 3) Remoción por filtración de colorantes Azo y aditivos presentes en agua residual de industria textil.

Clave	Proyecto	Institución	Objetivo
TC0920.4	Pruebas experimentales para el desarrollo de una tecnología de tratamiento de residuos de granjas porcícolas (2ª etapa).	Centro de Investigación Industrial de Quebec.	Implementar un sistema a escala real en una granja porcina, a partir de los resultados a escala piloto.
TC1125.4	Mantenimiento y seguimiento de la vitrina tecnológica BIOTROP en la escuela Secundaria No. 2 de Cuernavaca, Morelos.	Centro de Investigación Industrial de Quebec.	Realizar trabajos de mantenimiento correctivo y preventivo en la vitrina tecnológica BIOTROP. Objetivos particulares: 1) Realizar actividades de recambio de medio filtrante del sistema BIOTROP, 2) Realizar actividades de mantenimiento continuo del sistema BIOTROP y del área verde circundante, 3) Dar seguimiento al convenio propuesto al IEBEM para hacerse cargo del mantenimiento del sistema de tratamiento de la escuela Secundaria No. 2 de Cuernavaca y 4) Realizar actividades de seguimiento de la eficiencia y de promoción de la vitrina tecnológica BIOTROP.

3 Catálogo de proyectos en desarrollo durante 2011 (junio)

Programa de Gestión Integral y Sustentable del Agua	
<p>EJES PLAN NACIONAL DE DESARROLLO</p> <p>Eje 4. Sustentabilidad ambiental.</p> <p>Eje 5. Democracia efectiva y política exterior responsable.</p> <p>PROGRAMA NACIONAL HÍDRICO (objetivos rectores)</p> <p>Objetivo 3. Promover el manejo integrado y sustentable del agua en cuencas y acuíferos.</p> <p>Objetivo 4. Mejorar el desarrollo técnico, administrativo y financiero del Sector Hidráulico.</p> <p>Objetivo 7. Evaluar los efectos del cambio climático en el ciclo hidrológico.</p> <p>OBJETIVOS RECTORES IMTA</p> <p>OR1. Contribuir a la gestión sustentable del agua a través del conocimiento, la tecnología, la formación de recursos humanos y la innovación.</p>	
Proyectos con recursos fiscales	
CP1110.1	Gobernanza del agua.
CP1113.1	Orientaciones para la política hídrica en México.
HC1106.1	Indicadores de gestión prioritarios en organismos operadores.
HC1107.1	Atlas para el manejo de riesgos en grandes obras hidráulicas por efecto de eventos meteorológicos extremos (1ª etapa).
RD1106.1	Manejo integrado y sustentable del agua y sus principales recursos asociados en cuencas tropicales húmedas.
RD1107.1	Uso sustentable de aguas residuales en la agricultura.
RD1108.1	Incremento de la producción agrícola mediante el control del régimen de humedad del suelo.
TH1101.1	Acciones de adaptación al cambio climático en los recursos hídricos.
TH1105.1	Indicadores de sustentabilidad hídrica.
Proyectos con ingresos propios	
CP1128.6	Vulnerabilidad social y construcción de capacidades para la adaptación al cambio climático. Una propuesta con enfoque de género en Yucatán.
DP1047.3	Evaluación socioeconómica del anteproyecto de derivación del ARCT al Sistema Morelos de la ciudad de Ensenada, Baja California.
DP1142.4	Segundo año de apoyo al PCAyS de la ONU (Programa Conjunto de Agua y Saneamiento en nueve municipios de Chiapas, Tabasco y Veracruz).
HC0828.4	Proyecto modelo para el manejo integral del agua en San Jerónimo Purenchécuaro y San Andrés Tzironaro.
HC0831.4	Evaluación integral (eficiencia, capacitación, seguimiento y apropiamiento) de humedales.

HC0834.4	Transferencia de tecnologías apropiadas en comunidades rurales en la cuenca del lago de Pátzcuaro.
HC0853.4	Sustentabilidad de los oopas ribereños.
HC1022.3	Manejo integral del agua del albergue escolar indígena de Choguita, Bocoyna, en el estado de Chihuahua.
HC1028.7	Abastecimiento mediante captación y almacenamiento de agua de lluvia en Coajomulco, Fierro del Toro y Tetecuintla.
HC1035.3	Estudio y proyecto para el mejoramiento y la consolidación de la sectorización del sistema de agua potable.
HC1036.3	Proyectos para el Jobo y Copoya, y derivación a la reliquia del sistema de agua potable de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
HC1116.3	Dar apoyo y supervisión en el mejoramiento de la medición en infraestructura hidroagrícola: obras de toma de presas de almacenamiento, canales y pozos agrícolas en los distritos de riego.
HC1117.3	Programa de elaboración de proyectos ejecutivos para la ejecución del Programa de Instalación de Medidores en las Fuentes de Abastecimiento.
HC1122.3	Transferencia de tecnologías apropiadas en materia de agua en comunidades rurales con rezago social en San Luis Potosí (3ª etapa).
HC1123.3	Acciones complementarias para el abastecimiento de agua para uso y consumo humano a ejecutarse en la comunidad rural Felipe Neri, Tlalnepantla, Morelos.
HC1124.4	Plan Rector para la Conservación y Manejo del Agua en la Península de Yucatán. Diagnóstico e identificación de retos y problemas estrategias, objetivos, acciones y proyectos prioritarios.
HC1125.3	Rehabilitación y construcción de infraestructura para el almacenamiento de agua de lluvia y transferencia de tecnologías apropiadas en comunidades de Los Altos de Morelos, a través del Programa para la Construcción y Rehabilitación de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales (PROSSAPYS), a ejecutarse en los municipios de Tlalnepantla, Tepoztlán, Huitzilac, Atlatlahucan y Totolapan.
HC1129.3	Estudio socioeconómico para la reestructuración tarifaria de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento del estado de Querétaro.
HC1146.3	Modelación de los escurrimientos del Río Verde, tramo presa Ricardo Flores Magón-desembocadura.
RD0813.4	Instrumentación de prácticas de conservación de microcuencas.
RD0927.3	Nivelación de precisión a lo largo de circuitos dentro de la zona con hundimientos del Distrito de Riego 014, Río Colorado, Baja California.
RD0928.3	Proyecto ejecutivo para la modernización integral del riego en el Módulo de Riego V-II, del Distrito de Riego 010, Culiacán-Humaya, Sinaloa.
RD1008.3	Tratamiento de las aguas residuales del Ingenio Emiliano Zapata en un humedal artificial de flujo intermitente.
RD1015.3	Aprovechamiento de las aguas residuales del Ingenio Plan de San Luis en un humedal artificial de flujo intermitente.

RD1023.4	Actualización del inventario de infraestructura concesionada y seguimiento a la transferencia de tecnología en información hidroagrícola del DR. 023, San Juan del Río, Querétaro.
RD1024.2	Alternativas de acciones de sustentabilidad del agua en las porciones media y baja de la cuenca del río Mezquital-San Pedro, y capacitación a integrantes del consejo de cuenca.
RD1111.3	Consolidar la organización de la sociedad de responsabilidad limitada Sociedad de Asociaciones de Riego de Canatlán.
RD1118.3	Plan Hídrico de Gran Visión de la cuenca de los ríos Amecameca y La Compañía.
RD1119.3	Elaboración de planes directores para unidades de riego de pozos agrícolas localizados en los municipios de Pánuco de Coronado y Guadalupe Victoria, Durango, correspondiente al acuífero Madero Victoria en el estado de Durango.
RD1121.3	Servicios menores de la Subcoordinación de Ingeniería de Riego.
RD1122.3	Reglamentar la operación y elaborar Plan Director de dos grupos de unidades de riego; uno en Fresnillo y otro en Guadalupe, en el estado de Zacatecas, con la metodología de este órgano administrativo desconcentrado.
RD1123.3	Reglamentar la operación y elaborar el Plan Director para rehabilitar y modernizar un grupo de unidades de riego de pozos profundos del Valle de Palestina, estado de Durango.
RD1124.3	Diagnóstico y propuesta de modernización en las áreas de riego Labores Viejas de Camargo y San Francisco de Conchos, Chihuahua.
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 las UDAS.
TC0847.4	Monitoreo de la calidad del agua del lago y de las descargas.
TC0849.4	Saneamiento mediante sistemas no convencionales de la ciudad de Tzintzuntzan.
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.
TC0920.4	Pruebas experimentales para el desarrollo de una tecnología de tratamiento de residuos de granjas porcícolas. IMTA-CRIQ (2ª etapa).
TC1031.3	Seguimiento a la construcción, puesta en marcha, capacitación y evaluación de la planta potabilizadora de Xicotepec de Juárez, Puebla.
TC1036.3	Actualización del estudio de calidad del agua del río Santiago (desde su nacimiento en el lago de Chapala hasta la presa Santa Rosa) (3ª etapa).
TC1037.3	Elaboración de las bases de diseño para la remodelación del tratamiento primario de las aguas residuales aceitosas en la refinería Gral. Lázaro Cárdenas, Minatitlán, Veracruz.
TC1114.3	Actividades de seguimiento ambiental derivadas de la realización del proyecto de restauración de playas en Cancún y Playa del Carmen, Quintana Roo.
TC1124.3	Asistencia técnica para la licitación e instalación de plantas potabilizadoras para remoción de arsénico en Gómez Palacio, Durango.

TC1126.3	Modelación de los escurrimientos del Río Verde, hacia el parque de Chacahua y a la zona de las lagunas de Chacahua-Pastoría.
TC1127.1	Monitoreo de playas prioritarias, 2011.
TH1011.7	Elaboración de documentos del proyecto rio Bravo- <i>Global Environmental Facility</i> .
TH1018.3	Planeación regional para la sustentabilidad hídrica en el mediano y largo plazos en las regiones hidrológicas-administrativas.
TH1027.3	Análisis de alternativas para el manejo del agua superficial en la cuenca del río Santiago (1ª etapa).
TH1108.3	Estudio para el monitoreo, conservación y manejo de los recursos naturales: primera parte de estudio hidrológico del Valle de Vizcaíno: modelo conceptual y análisis piezométrico, acuífero Vizcaíno, BCS.
TH1117.3	Validación del programa de actividades de MICARE.
TH1118.6	Métodos alternativos para calcular la recarga, en acuíferos poco explotados, utilizando imágenes de satélite, mediciones in situ y modelos digitales: cálculo de la evapotranspiración.
TH1119.3	Revisión Anual 2011 de los aspectos técnicos de los incisos c) e i) de la Cláusula Sexta de Compromisos de las Partes del Convenio de Coordinación y Concertación 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 de Propiedad Nacional del Área Geográfica Lerma-Chapala.
TH1120.3	Evaluación técnico-económica de tecnologías de remoción de cromo y determinación de parámetros de transporte para remediación del acuífero Cuautitlán- Pachuca.

Programa de Fortalecimiento de la Cultura del Agua	
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.	
<i>Proyectos con recursos fiscales</i>	
CP1103.1	Actividades de la Cátedra UNESCO-IMTA, <i>El Agua en la Sociedad del Conocimiento</i> , en 2011.
CP1104.1	Producción de material audiovisual para la disseminación del conocimiento del agua del IMTA.

CP1105.1	Programa Editorial del IMTA.
CP1106.1	Diseño y producción gráfica del IMTA.
CP1107.1	Programa de comunicación organizacional.
CP1108.1	Operación del auditorio del IMTA José Antonio Maza Álvarez.
CP1109.1	Edición de la revista <i>Tecnología y Ciencias del Agua</i> .
CP1111.1	Servicios de adquisición y proceso técnico de material documental para el IMTA.
CP1112.1	Servicios de consulta a bases de datos.
DP1120.1	Metodología para la formación de educadores ambientales y producción de materiales didácticos.
DP1130.1	Normalización, certificación y evaluación de competencias laborales en el sector agua.
DP1140.1	Estudio sobre la situación y el desarrollo del subsector ciencia y tecnología del sector hídrico en México.
HC1103.1	Red de institutos nacionales iberoamericanos de ingeniería e investigación hidráulica.
<i>Proyectos con ingresos propios</i>	
CP0719.7	ANTINOMOS.
CP0925.4	<i>Vital and Viable Services for Natural Resource Management in Latin America.</i>
CP1126.4	Asistencia técnica para la introducción de tecnologías apropiadas de saneamiento en la operación del Programa Hábitat-SEDESOL, de la Secretaría de Desarrollo Social.
HC0835.4	Coordinación técnica del programa, sistematización de la experiencia y difusión.
HC1027.7	Espacios de educación ambiental, cultura del agua y bosque, autosustentable en agua y energía.
TC1018.4	Colaboración técnica con la UPEMOR en el tratamiento de lixiviados procedentes del cultivo de jitomate hidropónico para su integración a la solución nutritiva.

Programa de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Sector Hídrico
<p>EJES PLAN NACIONAL DE DESARROLLO</p> <p>Eje 2. Economía competitiva y generadora de empleos.</p> <p>Eje 3. Igualdad de oportunidades.</p> <p>Eje 4. Sustentabilidad ambiental.</p> <p>PROGRAMA NACIONAL HÍDRICO (objetivos rectores)</p> <p>Objetivo 1. Mejorar la productividad del agua en el Sector Agrícola.</p> <p>Objetivo 2. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.</p> <p>Objetivo 6. Prevenir los riesgos derivados de fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos y atender sus efectos.</p> <p>OBJETIVOS RECTORES IMTA</p> <p>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.</p>

Proyectos con recursos fiscales	
HC1104.1	Evaluación de dos técnicas emergentes para medir la velocidad del agua en canales y ríos.
HC1105.1	Evaluación de filtros biológicos de arena como sistemas de desinfección unifamiliares en comunidades rurales.
HC1108.1	Anteproyecto y proyecto ejecutivo para un banco de pruebas para caracterización de equipos de bombeo.
HC1109.1	Simulación física y matemática del flujo en vertedores escalonados.
RD1102.1	Desarrollo de tecnología de operación de módulos de riego de asociaciones civiles de usuarios (continuación del ICAM-RIEGO).
RD1103.1	Desarrollo de tecnología de operación de módulos de riego de asociaciones civiles de usuarios (continuidad de tecnología de mecatrónica).
RD1104.1	Desarrollo de tecnología de operación de módulos de riego de asociaciones civiles de usuarios (continuidad en equipos de medición).
RD1105.1	Estado del arte sobre operación y mantenimiento de redes entubadas de riego.
RD1109.1	Tecnologías para el uso racional y eficiente del riego parcelario.
TC1102.1	Identificación de compuestos orgánicos emergentes: desarrollo e implementación de metodologías para análisis de compuestos por cromatografía de líquidos o gases.
TC1103.1	Análisis de expresión genética por PCR (<i>Polymerase Chain Reaction</i>) en embriones del pez cebra (organismo blanco), para identificar efectos tóxicos por compuestos orgánicos emergentes y detección de enterobacterias: un enfoque potencial para evaluar el efecto de contaminantes en tiempos menores a los de las metodologías convencionales.
TC1104.1	Residuos de tratamiento de emergentes: remoción de contaminantes emergentes de importancia sanitaria y ambiental; disminución del impacto sanitario y ambiental de los desechos generados.
TC1105.1	Herramientas biológicas para el análisis de toxicidad y detección de efectos asociados a contaminantes, en sistemas acuáticos epicontinentales, costeros y aguas de uso antropogénico. Desarrollo, adaptación y calibración de tecnologías.
TC1106.1	Reúso de agua residual tratada en acuicultura de ornato.
TC1107.1	Vermifiltración para tratamiento de aguas residuales industriales y municipales.
TC1108.1	Análisis técnico y económico de tecnologías para remoción de fluoruros.
TH1103.1	Pronóstico meteorológico e hidrológico, incluyendo la relación océano-atmósfera.
Proyectos con ingresos propios	
HC0832.4	Modelos comunitarios de captación, almacenamiento y tratamiento de agua de lluvia para consumo humano en Arócutin, San Francisco Uricho y Napízaro, Erongarícuaro.
HC1053.3	Estudio en modelo físico del funcionamiento hidráulico del vertedor de la presa de almacenamiento Zapotillo, Río Verde, Yahualica de González Gallo, Jalisco.
RD0814.4	Vivero regional autosuficiente de especies forestales y no forestales.

RD0929.3	Establecimiento y evaluación de módulos demostrativos con sistemas de riego y drenaje modernos en la margen derecha del río Santiago.
RD1011.3	Transferencia de tecnología y capacitación en la operación y conservación de sistemas modernos de riego y drenaje en la margen derecha del río Santiago.
TC0817.6	Diseño y pruebas de funcionamiento de una planta potabilizadora demostrativa unifamiliar o comunitaria para la comunidad de Santana, Guanajuato.
TC0838.7	<i>Investigation of the Impact of Arundo donax in Mexico and Evaluation of Candidate Biological Control Agents.</i>
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.
TC1042.3	Determinación del gasto ecológico mediante la aplicación de la metodología IHA-RVN para el Estudio de Sustentabilidad del Proyecto Hidroeléctrico Madera, Chihuahua.
TC1109.4	Filtración de aguas residuales con contaminantes recalcitrantes para remoción de macronutrientes (multianual).
TC1120.3	Puesta en marcha de un laboratorio de control biológico de malezas acuáticas y transferencia de biotecnología para el control biológico del lirio acuático.
TC1125.4	Mantenimiento y seguimiento de la vitrina tecnológica BIOTROP en la escuela Secundaria No. 2 de Cuernavaca.
TC1128.1	Estudio de calidad del agua de las subdivisiones del cuerpo de agua laguna de Cuyutlán, Manzanillo, Colima.
TC1132.3	Evaluación del consumo de agua y calidad de efluentes generados durante el proceso de nixtamalización tradicional y su comparativo con el proceso MASECA.
TH1009.7	Transferencia de tecnología para la aplicación de la información de las estaciones agroclimáticas y consolidación de la red estatal.
TH1020.3	Análisis de sedimentos, futuros sedimentos y suelos en la zona de influencia del proyecto de la presa y sistema bombeo purgatorio-arcadiano, Jalisco (2ª fase).
TH1116.6	Origen y distribución vertical de las concentraciones de arsénico, en el acuífero principal de la Comarca Lagunera.

<p>Programa de Formación de Recursos Humanos</p> <p>EJES PLAN NACIONAL DE DESARROLLO</p> <p>Eje 2. Economía competitiva y generadora de empleos.</p> <p>Eje 3. Igualdad de oportunidades.</p> <p>Eje 4. Sustentabilidad ambiental.</p> <p>PROGRAMA NACIONAL HÍDRICO (objetivos rectores)</p> <p>Objetivo 4. Mejorar el desarrollo técnico, administrativo y financiero del Sector Hidráulico.</p> <p>OBJETIVOS RECTORES IMTA</p> <p>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.</p>

<i>Proyectos con recursos fiscales</i>	
DP1110.1	Apoyo a la operación y fortalecimiento de posgrados en Ciencias del Agua, en los que participa el IMTA.
DP1111.1	Diseño y operación de un modelo de educación a distancia.
HC1102.1	Posgrado conjunto IMTA-UNAM.
<i>Proyectos con ingresos propios</i>	
DP1119.3	Sistema de Capacitación a Distancia e-Learning 2011.
DP1132.3	Segunda fase de la instrumentación de un programa de capacitación y certificación de las competencias laborales del personal para la Comisión Estatal de Agua y Saneamiento de Tabasco (CEAS-Tabasco) 2011.
RD1020.3	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.
TH0534.5	Maestría y doctorado en hidrometeorología y meteorología operativa del posgrado en Ciencias del Agua (3ª etapa de 4).

La autoevaluación crítica. Primer Semestre 2011, se terminó de imprimir en septiembre de 2011 en los talleres del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Paseo Cuauhnáhuac 8532, Progreso, Jiutepec, Morelos. La edición consta de treinta ejemplares.

www.imta.gob.mx

