

AUTOEVALUACIÓN CRÍTICA



AUTOEVALUACIÓN CRÍTICA

PRIMER SEMESTRE
2013

JUNTA DE GOBIERNO

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

CONTENIDO

Principales resultados

Presentación

1. Fortalecimiento de la gestión integrada y sustentable del agua.
2. Incremento en la seguridad de la población y áreas productivas ante sequías e inundaciones.
3. Abastecimiento de agua y acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
4. Agua para el riego agrícola, energía, industria, turismo y otras actividades productivas de manera adecuada y sustentable.
5. Contribuciones en la formación de una cultura mexicana del agua e incremento de las capacidades técnica, científica y tecnológica del sector.
6. Consolidación de la participación de México en el contexto internacional en materia de agua y de los efectos del cambio climático.

Anexos

1. Patentes
2. Vinculación con centros de investigación y desarrollo tecnológico
3. Catálogo de proyectos en desarrollo durante 2013 (junio)

PRINCIPALES RESULTADOS

PRESENTACIÓN

El presente informe da cuenta de las actividades en curso en este primer semestre del 2013 y comprende la continuación de proyectos comenzados con anterioridad, así como los trabajos iniciados en la presente administración.

Para mostrar de una manera más clara la contribución del IMTA, para este informe se ha creado una clasificación temática que considera los siguientes rubros:

1) Fortalecimiento de la gestión integrada y sustentable del agua; 2) Incremento en la seguridad de la población y áreas productivas ante sequías e inundaciones; 3) Abastecimiento de agua y acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, 4) Agua para el riego agrícola, energía, industria, turismo y otras actividades productivas de manera adecuada y sustentable, 5) Contribuciones en la formación de una cultura mexicana del agua e incremento de las capacidades técnica, científica y tecnológica del sector, y 6) Consolidación de la participación de México en el contexto internacional en materia de agua y de los efectos del cambio climático.

Al mismo tiempo, en cada rubro se señala la alineación con las metas del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, lo que se espera permita al lector apreciar mejor la relevancia de las tareas sustantivas del Instituto en la orientación y contribución al cumplimiento de las grandes metas nacionales.

Si bien nos encontramos a mitad de camino en el periodo, queda claro que el IMTA ha tenido una aportación considerable de acuerdo con los proyectos y acciones informadas. No obstante, en el siguiente semestre se concretará otro número significativo de proyectos. Sin duda, ha sido un inicio de administración acelerado, congruente con la urgencia de solucionar los problemas apremiantes en el sector agua.

En este sentido, cabe mencionar la mayor integración del Instituto al sector nacional hídrico mediante la colaboración con la Comisión Nacional del Agua en temas de relevancia para el país, como son: seguridad de presas; programas Nacional contra la Sequía y el de Prevención contra Contingencias Hidráulicas; medición en presas, canales y pozos agrícolas; planeación y reestructuración del sector hídrico nacional, infraestructura hidroagrícola, administración del agua y Servicio Meteorológico Nacional, entre otros.

En materia de transferencia de tecnología destaca que, en este periodo, se concretaron tres licenciamientos de tecnologías IMTA con Protección Intelectual y Derechos de Autor: BIOTROP, tecnología para el tratamiento de agua residual municipal por medio de biofiltros; ICAM-Riego, sistema para mejorar y facilitar la planeación y control de todos los procesos relacionados con la entrega de agua y su uso en las parcelas, y el Sistema Electrónico Portátil para Simplificar la Medición de Flujo de Agua en Canal Abierto.

En esta administración se ha planteado un enfoque que se anticipe a los problemas y busque una integración mayor con los diferentes actores del sector agua: público, privado, académico y social.

Los resultados presentados manifiestan nuestro claro compromiso institucional y reiteran la contribución a que el conocimiento científico, la técnica y su impacto en la sociedad imperen en las decisiones de política pública para mejorar las condiciones de vida de los mexicanos.

FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN INTEGRADA Y SUSTENTABLE DEL AGUA



México en Paz El Agua, elemento integrador de los mexicanos

- **Coordinación técnica del Programa para la Recuperación Ambiental de la Península de Yucatán**

En 2010 se firmó el Convenio de Colaboración entre el Consejo de Cuenca Península de Yucatán, la Fundación Gonzalo Río Arronte (FGRA) y el IMTA con el objeto de realizar el Plan Rector en Materia de Agua para la

Protección, Conservación y Recuperación Ambiental de la Península de Yucatán. El objetivo del Plan consistió en efectuar un diagnóstico ambiental; identificar retos y problemas prioritarios; proponer líneas, objetivos y acciones estratégicas, así como un conjunto jerarquizado y consensado de proyectos específicos para el periodo 2011-2020, con el fin de establecer las bases del desarrollo sustentable de la península de Yucatán.

Indicadores para revisión, consenso y validación del Programa para la Recuperación Ambiental de la Península de Yucatán.

PROBLEMA PRIORITARIO	INDICADOR 1	INDICADOR 2
Reducción de la cantidad y calidad del agua	Grado de presión	Agua residual tratada
Deterioro de los recursos naturales	Cambio de uso del suelo	Ordenamientos territoriales
Crecimiento urbano desordenado	Ordenamientos ecológicos municipales	Programa de desarrollo urbano municipal
Rezagos sociales y económicos	Índice de rezago social	-
Pobreza extrema y deterioro de la salud y bienestar públicos	Población con acceso al alcantarillado	Población con acceso a servicios públicos de salud
Legislación ambiental insuficiente, reducida conciencia y participación social y baja cultura ambiental	Reciclaje de residuos sólidos urbanos	Mecanismos de participación implementadas a partir de inspecciones, operativos y resoluciones ambientales
Fenómenos extremos y cambio climático	Índice de aseguramiento de bienes	Inversión en acciones de mitigación y adaptación ante el cambio climático
Insuficiencia en el monitoreo e información socioambiental	Número de estaciones de monitoreo hidroambiental	Número de sistemas con acceso a información hidroambiental

Instrumentación de la medición y operación de la tubería de gasto ecológico del Proyecto Hidroeléctrico Zongolica, Veracruz

Con base en un diseño realizado por el IMTA en 2010 para la empresa ASERGEN, se desarrolló e instrumentó el sistema de medición y control de la tubería de gasto ecológico de la presa del Proyecto Hidroeléctrico Zongolica, Veracruz.

El gasto se controla con válvulas de chorro hueco equipadas con actuadores Rotork y se mide con equipo electromagnético modelo MAg 8000. El nivel en la presa se registra con equipos *The Probe*, de radar. Los datos recabados se envían a una Unidad Terminal Remota SCADAPack mediante el protocolo MODBUS, o por lazos de corriente. Todos los datos recabados se envían a las casa de máquinas para su registro, vía fibra óptica, con el protocolo DNP3, y de aquí se envían los comandos para controlar las válvulas.

Aguas arriba de la presa, se encuentra una estación hidrométrica donde se mide el nivel en el río con un burbujeador de OTT, el cual envía la información de nivel, precipitación y voltaje de alimentación con su protocolo al puerto serial del equipo SCADAPack, el cual decodifica el protocolo y recupera los datos que serán consultados desde la casa de máquinas, vía fibra óptica, usando el protocolo DNP3.

De esta manera, se le da apoyo al cliente para tener un flujo de agua mínima necesaria para preservar los valores ecológicos del cauce, como son flora y fauna; las funciones ambientales, como la dilución de contaminantes; el amortiguamiento de los extremos climatológicos e hidrológicos, y la preservación del paisaje.



Sensor de nivel en presa.



Medidores electromagnéticos.



Válvula de chorro hueco.



SCADAPack en estación hidrométrica.



Actuadores de válvulas de chorro hueco.



Gabinete de medición y control de la tubería del gasto ecológico.

□ **Integración de la manifestación de impacto ambiental (MIA) del Proyecto Hidroeléctrico El Pescado, río Balsas**

Este proyecto tiene como alcance principal cubrir los requerimientos de una MIA Regional, conforme a la normativa aplicable. El antecedente de este estudio es el diagnóstico del tramo que se analizó en el proyecto *Estudios hidrológicos y de calidad del agua en el tramo de la Central Hidroeléctrica El Caracol a la Central Hidroeléctrica El Infiernillo en el río Balsas, Guerrero*, realizado el año anterior.

En la etapa actual del estudio, se ha avanzado en la vinculación con instrumentos normativos y de importancia ecológica de la zona, principalmente en un análisis geográfico, pero no de cumplimiento, por lo que se requieren validar y actualizar con un área jurídico-ambiental (capítulo III de la MIA-Regional).

Como el proyecto se ubica a 32 km aguas abajo de la Central Hidroeléctrica El Caracol, con una cortina de 24 m de altura y un área de 2,55 km² para almacenar aproximadamente 16,45 Mm³, se está delimitando un Sistema Ambiental Regional SAR con criterios de funcionamiento hidrológico, topográficos, límites políticos, vegetación, etcétera.

De la integración del diagnóstico de los componentes abióticos y bióticos en este SAR (capítulo IV de la MIA-Regional), con la información del año pasado se ha avanzado en los primeros, incluyendo la delimitación del Sistema Ambiental Regional pero se requiere integrar los bióticos con especialistas de ecosistemas terrestres y acuáticos. Además, se requiere trabajo especializado sobre impactos acumulativos en la zona en donde se insertará el futuro proyecto hidroeléctrico, por tratarse de un sistema de presas en cascada, tanto del funcionamiento hidrológico, de los sedimentos, hábitats y comunidades.

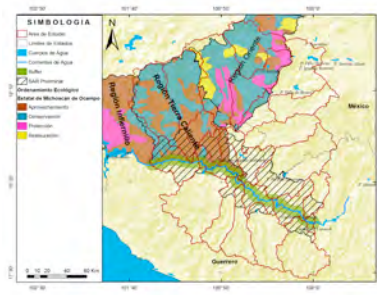
En la presente etapa de diagnóstico se están seleccionando los indicadores de cada componente y sus tendencias de conservación y deterioro. Esta actividad es urgente y crucial para identificar y determinar los impactos por la construcción y operación del Proyecto Hidroeléctrico El Pescado sobre estos indicadores. Posteriormente, será importante analizar las estrategias y medidas de mitigación desde una perspectiva interdisciplinaria, sobre todo por los impactos acumulativos.

La Comisión Federal de Electricidad requiere diversificar sus fuentes de generación de energía, incluyendo las hidroeléctricas que producen la energía de picos, la más costosa para el país. La selección actual de sitios para este tipo de proyectos debe ser muy cuidadosa para evitar impactos sociales y

ambientales. Como el proyecto actual se ubica en un área impactada y puede incluso recuperar ciertas condiciones para las comunidades acuáticas en algunos km aguas abajo, estas consideraciones resultan relevantes.



Cuencas utilizadas para el balance hidrológico.



Ordenamiento ecológico del estado de Michoacán.



Sistema Ambiental Regional del Proyecto Hidroeléctrico El Pescado.

□ ***Elaboración del plan de manejo para la protección y rehabilitación en forma sustentable de los principales manantiales en la cuenca del río Mololoa***

Este proyecto se realiza a petición de la Dirección Local Nayarit de la Conagua y la Comisión Estatal del Agua de Nayarit. Al mes de junio, se ha trabajado en los manantiales: Acuña, El Colomo, El Pantanal-El Chorro, El Toro y La Cofradía, para los que se hizo caracterización y elaboración de propuestas de alternativas de sustentabilidad, a partir de las cuales se desprende la elaboración de un proyecto detallado de cada uno de los manantiales.

Con ello, se integrará un expediente técnico con la descripción de los trabajos de campo y gabinete, así como de la metodología empleada en el diseño de obras y prácticas para la preservación de los manantiales en la cuenca del río Mololoa, que atraviesa la ciudad de Tepic.



**Caracterización del manantial Acuña,
en la población de La Labor.**

□ **Reunión de la Comisión del Agua de la Conferencia Nacional de Gobernadores**

En mayo, en San Lázaro, se celebró la reunión de la Comisión del Agua de la Conferencia Nacional de Gobernadores con la Comisión de Agua Potable y Saneamiento de la Cámara de Diputados, foro en el que participaron también expertos del IMTA, de la Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento de México A. C. y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología para establecer un diagnóstico de la disponibilidad de agua en el país y buscar soluciones a su escasez.



Foto: Canal del Congreso



Dip. Kamel Athie Flores (al centro), Presidente de la Comisión de Agua Potable y Saneamiento de la Cámara de Diputados, LXII Legislatura.

INCREMENTO EN LA SEGURIDAD DE LA POBLACIÓN Y ÁREAS PRODUCTIVAS ANTE SEQUÍAS E INUNDACIONES



México en Paz

El Agua, elemento integrador de los mexicanos

□ **Programa Nacional contra la Sequía**

En enero de 2013 la Conagua elaboró el Programa Nacional Contra la Sequía

(Pronacose), el cual tiene como elementos base el monitoreo de la sequía y la elaboración de programas de medidas de prevención y mitigación de sequías para cada uno de los 26 consejos de Cuenca del país.

El IMTA apoya la implementación del Pronacose realizando las siguientes actividades: elaboración de una guía para la formulación de programas de medidas de prevención y mitigación de sequías, la supervisión de 24 programas que elaboran diez universidades coordinadas por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, la elaboración de los programas para los consejos de Cuenca del Bravo y del Balsas, y revisa técnicamente los programas hechos por las universidades.

□ **Programa Nacional contra Contingencias Hidráulicas**

Con la finalidad de poner en marcha el Programa Nacional de Prevención contra Contingencias Hidráulicas, la Conagua invitó al IMTA para elaborar 13 programas de medidas dirigidas a reducir la vulnerabilidad ante posibles contingencias hidráulicas.

A la fecha, el Instituto ha desarrollado una guía para la formulación de los programas y trabaja en la evaluación de la vulnerabilidad a inundaciones, a partir de polígonos de peligrosidad para todo el país en diversos periodos de retorno que determinará el Instituto de Ingeniería de la UNAM. Asimismo, trabaja en la determinación de curvas de daños para áreas de cultivo que completen las curvas derivadas para áreas urbanas.



Inundación en Tabasco, 2007.

□ **Seguridad hidrológica de presas**

Con objeto de revisar la seguridad hidrológica de diez presas, se procedió a calcular las avenidas para diferentes periodos de retorno, en particular para 10,000 años, normalmente usada en México para el diseño de la obra de excedencias. Los resultados se comparan con los datos de diseño (gasto pico y Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias, esta comparación determinará si es segura o insegura hidrológicamente. También se aplicaron, según el caso, tres metodologías: el método hidrométrico (análisis de frecuencias de gasto máximos); el método hidrometeorológico (modelo lluvia-escurrencimiento), para lo cual se utilizó el sistema del *HEC-HMS*, y el método bivariado (análisis de frecuencias conjuntas de gasto y volúmenes).

De las diez presas analizadas, sólo dos resultaron hidrológicamente seguras. En todos los demás casos resulta necesario revisar las condiciones del cauce aguas abajo, en relación a la capacidad hidráulica de conducción y a la invasión de sus componentes funcionales (áreas inundables) o cercanía de asentamientos humanos, así como el establecimiento de políticas de operación, donde se cambiaron las condiciones de la obra de excedencias. Se trabaja con mayor detalle en las presas del Granero, Chihuahua, y Santiago Bayacora, Durango.

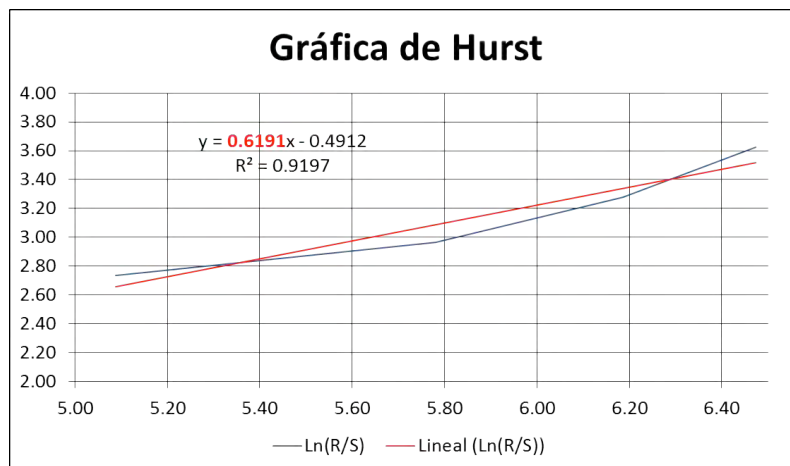


Presas Plutarco Elías Calles (Novillo), Sonora.

□ **Investigación de la persistencia de las sequías en el norte y centro de México**

Para analizar el fenómeno de persistencia de sequías se han estudiado diversos artículos referentes al Coeficiente de Hurst, como una medida de independencia de las series de tiempo para distinguir series fractales, ya que muchos fenómenos naturales exhiben un comportamiento que puede ser caracterizado por un proceso aleatorio sesgado, en el cual existe “memoria de largo plazo” entre las observaciones. Es decir, que los eventos de un periodo influyen en todos los siguientes. Asimismo, se realizaron pruebas en dos estaciones de precipitación en Durango: la primera, con un registro de información del 1950-2003 y, la segunda, con un registro de 1935-2003, donde se comprobó la metodología del Coeficiente de Hurst y se determinó que dichas series de datos son persistentes en sus comportamientos.

Partiendo de la metodología de series fractales y de la persistencia en el comportamiento de éstas, se analizará el comportamiento a lo largo del tiempo de series de precipitación con objeto de determinar una metodología para identificar la posible ocurrencia en el futuro de una nueva sequía. Otra línea de investigación analiza el fenómeno de la sequía y su persistencia, estudiando la influencia que tienen los fenómenos de El Niño y de La Niña; esta influencia se analizará más a fondo con la finalidad de determinar un método para pronosticar la sequía.



Gráfica de Hurst para la estación climatológica 10027.

□ **Estudio de riesgos de inundaciones en zonas urbanas de la República**

El objetivo de este proyecto, en el que trabaja el IMTA conjuntamente con la Conagua y apoyo del Conacyt, es diseñar una metodología para la generación de mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgo por efecto de las inundaciones en zonas urbanas. El trabajo formará parte de una actualización del *Atlas de riesgo por inundaciones en México*, y se emplearán modelos con estructura bidimensional (2D) que incluyen el tirante y velocidad del escurrimiento en calles de forma simultánea. Lo anterior permitirá prevenir riesgos asociados por inundación a la infraestructura local.

Entre los resultados más importantes destacan: generación de mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgo por inundación, considerando las componentes de hidrología superficial y subterránea. Estos mapas contemplan el escurrimiento en calles y la planimetría de la ciudad, con lo que es posible delimitar con mayor detalle las zonas de peligro por inundaciones y proponer soluciones estructurales y no estructurales de forma integral donde, incluso, se puede tomar en cuenta toda la mancha urbana.

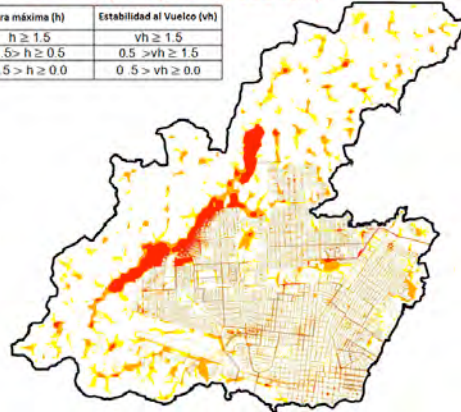


Problemas de inundaciones en Chetumal.

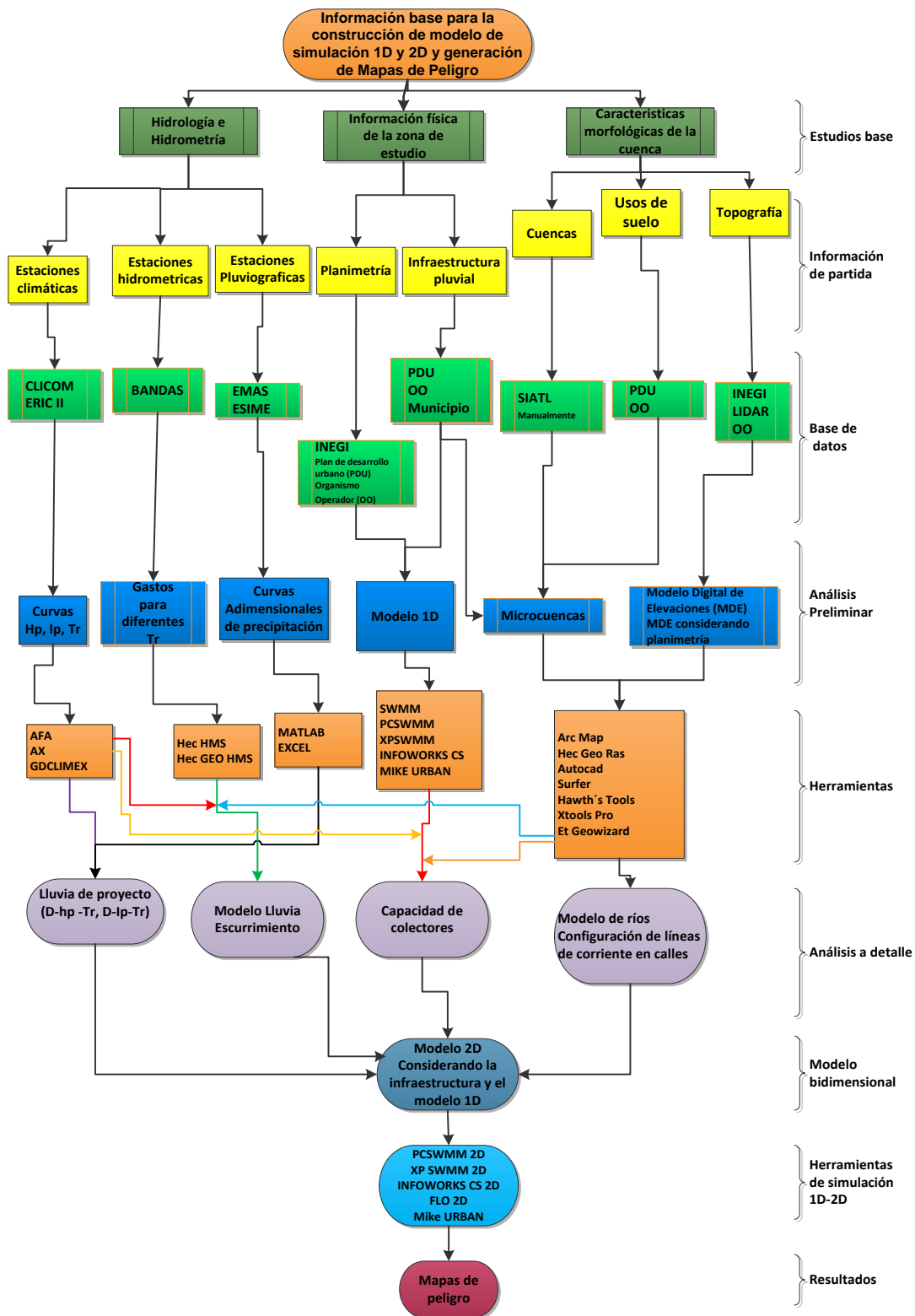


Periodo de retorno de 10 años (Precipitación 201 mm)

Intensidad del evento de inundación	Altura máxima (h)	Estabilidad al Vuelco (vh)
Alta	$h \geq 1.5$	$vh \geq 1.5$
Media	$1.5 > h \geq 0.5$	$0.5 > vh \geq 1.5$
Baja	$0.5 > h \geq 0.0$	$0.5 > vh \geq 0.0$



Ciclo de un mapa de peligro (FEMA, 2009) y mapa de peligro de la ciudad de Chetumal.



Esquema para la recopilación y procesamiento de la información en la construcción de mapas de riesgo, considerando el escurrimiento en calles.

□ **Análisis y diseño numérico y experimental de bocas de tormenta para el desalojo de aguas pluviales**

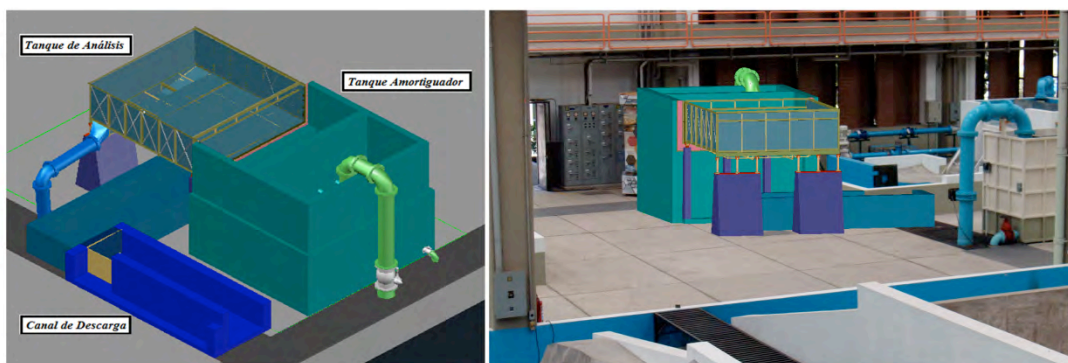
Desde 2007, el IMTA ha venido desarrollando programas para el manejo integral de aguas pluviales en ciudades mexicanas. Con base en lo anterior, se ha definido que uno de los factores que alteran dicho manejo es el desalojo de aguas pluviales a través de bocas de tormenta. Se ha observado que para el diseño de dichas estructuras, comúnmente no se considera el arrastre de residuos sólidos. Ello, combinado con un inadecuado mantenimiento, genera problemas de taponamiento, encharcamientos, inundaciones y, en algunos casos, la falla de las estructuras.

Se ha realizado una recopilación de información acerca del diseño de bocas de tormenta a nivel internacional y se estudiaron los mecanismos de transporte asociados al escurrimiento pluvial en zonas urbanas, considerando arrastres de sólidos y su relación con la captación. Se propusieron distintas configuraciones para la geometría de las rejillas de captación y se diseñó un dispositivo de ensaye para evaluar el funcionamiento de las bocas de tormenta propuestas.

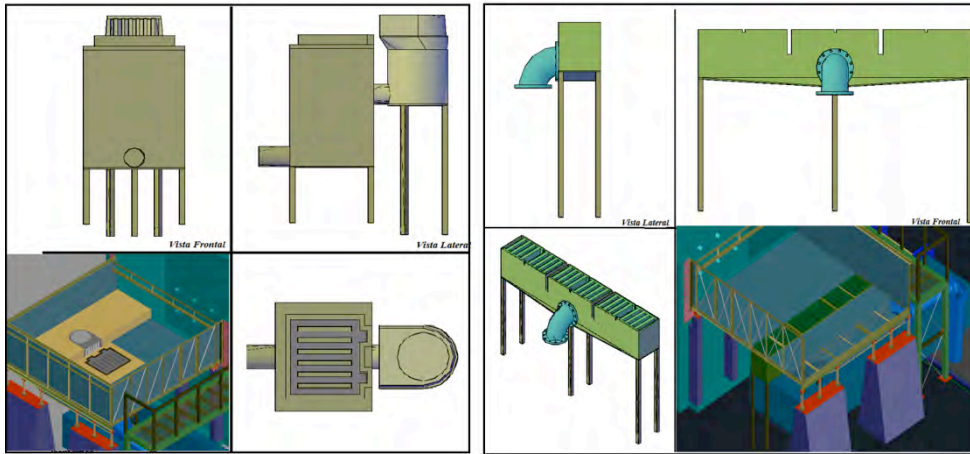
Con los resultados de este proyecto se definirá una geometría óptima para las bocas de tormenta de drenaje pluvial. Así, se busca disminuir los daños causados por encharcamientos e inundaciones en zonas urbanas durante la ocurrencia de escurrimientos pluviales.



Inundaciones causadas por arrastre de residuos sólidos.



a) Diseño de dispositivo de ensaye para modelos de boca de tormenta; b) ubicación en el laboratorio Enzo Levi.



Diseño de modelos de boca de tormenta: a) piso-Banqueta b) transversal.

□ **Sistema de resúmenes estadísticos climáticos de regiones definidas en la república mexicana**

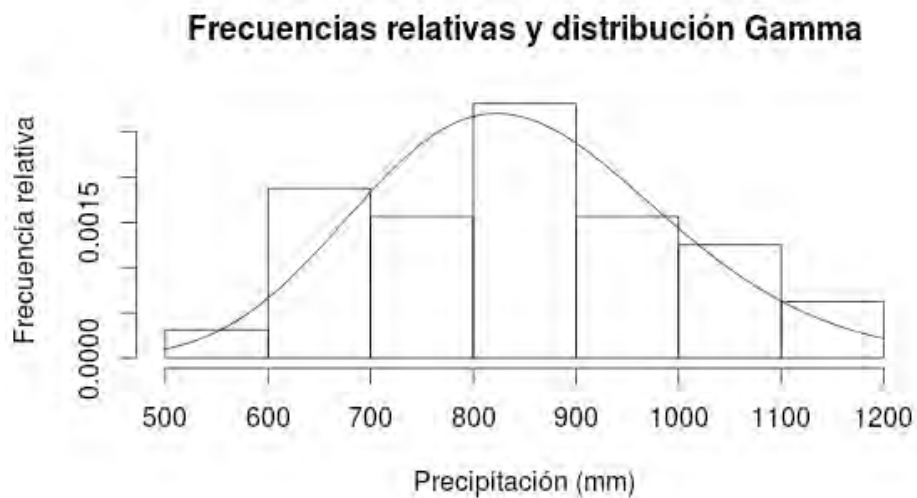
México cuenta con al rededor de 5,916 estaciones climáticas con información registrada, en algunos casos, desde 1951, cuya información administra el Servicio Meteorológico Nacional, mediante la base de datos *Ciclom*. El IMTA ha desarrollado sistemas que permiten consultar esta información cruda, como el *Eric III*, que además en algún grado permite la visualización de la información mediante gráficos, tales como mapas y series de tiempo, y que provee de una estadística básica de la información, a saber, promedios y desviaciones estándar por mes para el periodo seleccionado.

Aunque el citado sistema ha sido una herramienta valiosísima, carece de algunas facilidades que potenciarían su utilidad al extender sus capacidades para la producción de diferentes resúmenes estadísticos, amén de la actualización de la información y el diseño de una nueva interfaz con el usuario para hacerlo más asequible a personas comunes. Esta es la principal motivación para el desarrollo del sistema que se propone en este proyecto.

En la actualidad, se encuentran en desarrollo herramientas que permiten la selección de cuencas y otro tipo de áreas geográficas que pueden seleccionarse, en las que se aplicarán análisis estadísticos a las variables climáticas provenientes de estaciones climáticas.

Se espera que el producto resultante de este proyecto funja como un auxiliar para el análisis de la información histórica provista por las estaciones climáticas

distribuidas a lo largo y ancho del país, para la toma de decisiones en situaciones de vulnerabilidad debida a fenómenos atmosféricos.



Frecuencia relativa de precipitaciones en una cuenca y ajuste de su distribución gamma.

□ **Sistema de registro de datos climatológicos en Morelos**

La red de estaciones agrometeorológicas del estado de Morelos, que opera desde 2006, monitorea las variables meteorológico a tiempo real en las principales regiones agropecuarias de esta entidad. A la fecha, se ha incrementado el número de estaciones a 25 y actualizado el sistema de recepción de datos con mejores capacidades de almacenamiento, manejo de información, configuración de sensores y equipo de transmisión; se han realizado desarrollos que monitorean y optimizan los procesos de recepción, y la publicación de la información generada por la red. La publicación de esta información es a través del portal web (<http://galileo.imta.mx/FUPROMOR>), el cual está en constante actualización, a fin de ofrecer al productor morelense la información requerida para optimizar sus procesos de cultivos y cosechas de productos agropecuarios.

Este año se logró actualizar el equipo de recepción de datos, la instalación de tres nuevas estaciones y actualizar todos los programas de cómputo del portal web por la actualización del equipo de cómputo y *software* instalado.

AS80 Configurator (Version: 2.14) - 172.16.19.36:80 (online mode)

File Edit Configuration Tools

Sensor Type Configuration

RTU Network

MORELOS

Index	Name	Active route	Last slot	Active	Master	First slot	Pmp low	Pmp high	Battery v.	Power c.
7	35273 CEIEPO	2,23	8/05/13 08:50 AM	true	true	1/05/13 08:20 AM	6.5	7.2	6.80196	156
6	35284 INIFAP	27	8/05/13 08:50 AM	true	true	1/05/13 08:21 AM	6.7	7.2	6.66667	190
14	35910 PUENTE DE IXTLA	2	8/05/13 08:48 AM	true	true	1/05/13 08:33 AM	6.6	7.2	6.66667	193
15	35908 TEPALCINGO	2	8/05/13 08:45 AM	true	true	1/05/13 08:30 AM	6.3	7.2	6.7451	198
1	35149 TOTOLAPAN	27,9	8/05/13 08:45 AM	true	true	1/05/13 08:30 AM	6.5	7.2	6.82253	158
9	35258 EL HOSPITAL	21	8/05/13 08:45 AM	true	true	1/05/13 08:30 AM	6.7	7.2	6.43137	220
10	38475 OCUITUCCO	2	8/05/13 08:45 AM	true	true	1/05/13 08:30 AM	6.3	7.2	6.7451	182
13	35255 JONACATEPEC	2	8/05/13 08:45 AM	true	true	1/05/13 08:30 AM	6.3	7.2	6.7451	200
19	35893 EMILIANO ZAPATA		8/05/13 08:45 AM	true	true	1/05/13 08:30 AM	6.7	7.2	6.43137	197
21	36199 TETELA DEL MONTE		8/05/13 08:45 AM	true	true	1/05/13 08:30 AM	6.5	7.2	6.7451	198
22	36210 TETELA DEL VOLCAN	2,13	8/05/13 08:45 AM	true	true	1/05/13 08:30 AM	6.7	7.2	6.43137	206
23	36371 TEHUXTLA	2	8/05/13 08:45 AM	true	true	1/05/13 08:30 AM	6.3	7.2	6.7451	159
24	36385 HUAZULCO	2	8/05/13 08:45 AM	true	true	1/05/13 08:30 AM	6.5	7.2	6.7451	192
25	36758 TLALNEPANTLA	27,24	8/05/13 08:45 AM	true	true	1/05/13 08:30 AM	6.6	7.2	6.82253	176
26	36369 TLALIZAPAN	2	8/05/13 08:45 AM	true	true	1/05/13 08:30 AM	6.7	7.2	6.66667	191
27	39205 ENLACE TEPOZTLAN 2		8/05/13 08:45 AM	true	true	1/05/13 08:15 AM	6.4	7.2	6.58824	169
28	50163 TENANGO	27,12	8/05/13 08:45 AM	true	true	1/05/13 08:30 AM	6.5	7.2	6.7451	154
29	50064 MACATLAN	27,5	8/05/13 08:45 AM	true	true	1/05/13 08:30 AM	6.5	7.2	6.7451	157
12	35281 XOCHIHAPAN	2	8/05/13 08:44 AM	true	true	1/05/13 08:29 AM	6.7	7.2	6.43137	204
8	35241 TLAQUILTENANGO	2	8/05/13 08:44 AM	true	true	1/05/13 08:28 AM	6.3	7.2	6.66667	191
5	35288 EL CALVARIO	27	8/05/13 08:43 AM	true	true	1/05/13 08:28 AM	6.6	7.2	6.43137	168
11	35293 AYALA	2	8/05/13 08:40 AM	true	true	1/05/13 08:25 AM	6.3	7.2	6.7451	204
16	35291 COATETELCO	2	8/05/13 08:39 AM	true	true	1/05/13 08:24 AM	6.3	7.2	6.66667	197
3	35267 RANCHO POTRERILLO		8/05/13 08:37 AM	true	true	1/05/13 08:37 AM	6.3	7.2	6.7451	210
20	35907 TLAYACAPAN	27,9	8/05/13 08:35 AM	true	true	1/05/13 05:19 AM	6.5	7.2	6.66667	194
2	39178 ENLACE TEPOZTLAN 1		8/05/13 08:30 AM	true	true	1/05/13 08:15 AM	6.6	7.2	6.7451	188
19	35883 TEPOZTLAN		8/05/13 01:15 AM	true	true	1/05/13 08:15 AM	6.6	7.2	6.80196	203
4	40153 PUENTE TEMPORAL 1		12/08/10 09:42 AM	true	true	31/12/69 06:00 PM	6.5	7.2	6.82253	192
17	35285 VILLA DE AYALA		31/12/69 06:00 PM	false	true	31/12/69 06:00 PM	0	0	0	0

User: System administrator (root) Lock: gateway is locked for 13m 27s

Administración y monitoreo de las estaciones.

http://gmlco.anta.mx/FI9RDAOR/Reportes02

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

RED AGROMETEOROLÓGICA DEL ESTADO DE MORELOS FECHA: 11-12-2012

ESTACIÓN	CLAVE	HORA	Precipitación	Viento			Humedad de Hoja	Radiación Solar	Humedad Relativa	Temperatura			Celda Solar	Batería	Radiofrecuencia		FUERA RANGO	ATRASO EN DÍAS	NO DATO
				Dirección	Velocidad	Velocidad Máxima				Inicial	Máxima	Mínima			Entrada	Salida			
INIFAP	MOR-001	02:15:00	0	262.5	0	0	-999	0	88	13.1	13.1	13.1	0	6.7	8	8	0	0	ERROR
El Calvario	MOR-002	09:15:00	0	89.3	0.4	1.8	1	381.9	62	19.7	20.7	19.2	0	6.6	8	8	0	0	
Rancho el potrero	MOR-003	09:15:00	0	359.3	0.3	2.3	-999	118.7	63	19.6	19.9	19.2	0	6.8	8	8	0	0	
CEIEPO	MOR-004	09:15:00	0	1.2	3.7	7.8	3	374.1	74	11.9	12.3	11.7	0	7.1	8	3.5	0	0	
Tlaquiltanango	MOR-005	09:00:00	0	99	0.1	1.6	-999	428.8	57	19.7	20.2	19.1	0	7	8	8	0	0	
Ocuilco	MOR-006	09:00:00	0	130.4	0	0	10	336	56	18.1	18.7	17.7	0	7.1	8	8	0	0	
El Hospital	MOR-007	09:00:00	0	353.1	0	0	-999	269.6	61	18.9	19.8	18.2	0	6.7	1.2	1	0	0	
Ayala	MOR-008	09:15:00	0	345.7	0	0	-999	336	52	21.2	21.8	20.6	0	7	8	8	0	0	
Xochihapan	MOR-009	09:15:00	0	326	0	1	0	400.5	61	18.3	19.4	17.5	0	6.9	8	8	0	0	
Jonacatepec	MOR-010	09:00:00	0	274.4	0.9	3.9	0	302.3	53	19.9	20.5	19.5	0	7	1.9	1.3	0	0	
Puente de Ixtla	MOR-011	09:00:00	0	115.3	0	0	-999	229.6	58	19.8	20.3	19.5	0	6.9	8	8	0	0	
Coatepec	MOR-012	09:15:00	0	93.1	0.8	3.9	0	310.1	57	20.7	21.8	20.1	0	6.9	8	1.3	0	0	
Tepalcingo	MOR-013	09:00:00	0	1.4	0.2	0.4	1	71.3	51	20	20.5	19.7	1	6.2	8	8	0	0	
Emiliano Zapata	MOR-015	09:15:00	0	61.4	1	2.9	0	154.3	54	20.2	20.7	20.1	1	6.7	8	8	0	0	
Tepoztlán	MOR-016	07:30:00	0	157.5	0.6	3.7	-999	58.1	91	11.6	12.1	10.8	0	6.5	0.7	0.7	0	0	
Tlayacapan	MOR-017	09:15:00	0	0.1	0	0	-999	306.7	70	15.9	17.2	15.1	0	6.9	0.9	3.2	0	0	
Tlalizapan	MOR-018	09:00:00	0	290.5	0	0	0	204.1	68	17.8	18	17.3	0	7	2.8	3.2	0	0	
Tetela del Monte	MOR-019	09:00:00	0	32.4	0.5	3.9	0	355.6	57	16.9	17.5	16.7	0	7.1	8	8	0	0	ERROR
Tetela del volcán	MOR-020	09:15:00	0	203.2	0	46.7	-999	285.7	59	15.6	15.6	15.2	1	6.7	8	8	0	0	
Tehuixtla	MOR-021	09:00:00	0	101.3	0	0.6	-999	238.8	65	18.1	18.8	17.5	0	7.1	8	8	0	0	
Huazulco	MOR-022	09:00:00	0	343	0	0	0	251	51	20.4	20.8	20.1	0	7.1	8	8	0	0	
Tlalnepantla	MOR-023	09:00:00	0	269.4	1.8	5.5	-999	347.7	62	15.6	15.9	15.3	0	7.1	8	8	0	0	

Información de todas las estaciones.

- Servicio de apoyo en el monitoreo hidrometeorológico en el Centro Regional Valle de México

En junio se firmó con la Conagua el proyecto *Servicio de apoyo en el monitoreo hidrometeorológico en el Centro Regional Valle de México del Servicio Meteorológico Nacional*

Mediante el monitoreo y vigilancia de las condiciones meteorológicas presentes dentro del área de responsabilidad de este Centro Regional, se podrán hacer reportes diarios para la elaboración y mantener bases de datos, así como desarrollar aplicaciones computacionales de soporte a efecto de identificar los fenómenos meteorológicos que puedan afectar la zona.

□ ***Estudio sobre vulnerabilidad social y adaptación al cambio climático***

Como parte del *Estudio sobre vulnerabilidad social y adaptación al cambio climático*, se ha elaborado el documento *Adaptación al cambio climático: instrumentos y lineamientos de política pública en México*.

Por otra parte, se realizó un recorrido de campo por la cuenca del Valle de Jovel, Chiapas, con el fin de definir las áreas de estudio. Para ello, se diseñaron los instrumentos para el levantamiento de la información en campo con el objetivo de identificar los saberes y percepciones climáticas de la población que orientan sus decisiones y estrategias de adaptación.

□ ***Estrategia para la aplicación de la Norma de Caudal Ambiental Nom-AA-159-SCFI-2012, hacia un enfoque adaptativo al cambio climático y para su difusión en el área focal de ecohidrología***

Actualmente se reconoce que el cambio climático afecta los recursos hídricos a nivel regional y global. Los principales efectos se tienen en los patrones de temperatura y precipitación, por lo tanto, se esperan cambios en los regímenes de escurrimiento. En este proyecto se evaluarán los efectos de cambio sobre el ecosistema acuático en los principales ríos de Morelos. Como metodología de aplicación se utilizará la NMX-AA-159-SCFI-2012, la cual considera los objetivos ambientales para asignar caudales y volúmenes a las corrientes bajo distintos enfoques hidrológicos, y recomienda métodos que relacionan las características del cauce con la preferencia de hábitat de las especies. Con estas relaciones se generan los requerimientos de agua y riesgos de los ecosistemas y los usos consuntivos.

El alcance del estudio considera definir las estrategias de adaptación para mantener las necesidades óptimas de las reservas ambientales, manteniendo el aprovechamiento, así como identificar las tendencias que han seguido

distintos componentes o indicadores ecológicos y socioeconómicos de las cuencas.

En este proyecto se analizan los datos históricos de las estaciones hidrométricas de los ríos de Morelos. De éstas, ya se ha reconocido la variabilidad histórica en 34 parámetros hidrológicos, algunos de interés para el aprovechamiento de los cuerpos de agua y otros para su conservación. También se ha identificado el nivel de alteración hidrológica en las corrientes.

En cada una de las estaciones hidrométricas se reconoce el caudal en m^3/s y el volumen en m^3 que escurre cada día, mes o año. Las gráficas intra-anales señalan la magnitud y duración de las estaciones de lluvia y estiaje. Estos datos se relacionarán con las tendencias históricas del comportamiento climático (temperatura, precipitación y escenarios de cambio climático).

Aunado a la información de cantidad, se realizó el análisis histórico de la calidad del agua, así como un monitoreo en la época de estiaje de este año. El incremento espacial de la conductividad eléctrica sobre el río Apatlaco indica aportes de aguas residuales hacia el cuerpo receptor.

La aplicación de los objetivos ambientales de la norma de caudal ecológico, basados en la presión de uso y la importancia ecológica, servirán de base para revisar las condiciones de cantidad, calidad e importancia de las micro y subcuencas para contribuir a su conservación y aprovechamiento por los distintos usuarios. Una planeación basada en el análisis integral de los ecosistemas acuáticos redundará en un mayor conocimiento de sus respuestas y recuperación de situaciones de estrés.



Ubicación de estaciones hidrométricas en el estado de Morelos.

ABASTECIMIENTO DE AGUA Y EL ACCESO A LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO



México en Paz

El Agua, elemento de justicia social

- **Elaboración del diagnóstico para el manejo integral del agua en 13 localidades y cinco proyectos ejecutivos para el abastecimiento de agua, en localidades con alto**

grado de marginación en los Altos de Morelos

Uno de los proyectos estratégicos del gobierno del estado de Morelos es el abastecimiento de agua potable a la región de los Altos.

Esta zona se caracteriza por una baja cobertura de redes de agua potable e insuficiencia de fuentes de abastecimiento convencionales, debido fundamentalmente a las condiciones del subsuelo conformado por basaltos volcánicos fracturados, que originan una rápida infiltración del agua, así como también a la altura en que se localizan los asentamientos humanos, que hacen prácticamente incosteable la utilización de fuentes de abastecimiento localizadas en las zonas bajas. Para atender esta problemática, la Comisión Estatal del Agua (CEA) solicitó el diagnóstico para el manejo integral del agua en trece localidades y la elaboración de cinco proyectos ejecutivos con la finalidad de implementar opciones alternas de mejoramiento en el abastecimiento del agua.

Para contar con información de la situación actual, en el marco de los proyectos ejecutivos se realizaron visitas de inspección a la infraestructura de abastecimiento de agua, levantamientos topográficos y se recabó la información socioeconómica y demográfica en las localidades de Coajomulco, Villa Nicolás Zapata, Santa Catarina, Totolapan y San Andrés Hueyapan, pertenecientes a los municipios de Huitzilac, Totolapan, Tepoztlán y Tetela del Volcán. Para el diagnóstico, se aplicaron 237 encuestas para conocer, a nivel vivienda, las condiciones socioeconómicas actuales y las relacionadas a los servicios de agua y saneamiento para determinar el número y tipo de tecnologías apropiadas (TA) a transferir y su costo. Las localidades son: en El Oasis, Loma de Malpaís, Ameyalco y Campo Tlacotlaco (Atlatlahucan); Kilómetro 10, Col. Cuahquiahuac, Los Ocotes, Hueycuagco y Cacaloapan (Tepoztlán); El Huejote y Barrio San Marcos (Totolapan), Col. Jericó (Tlayacapan) y Rancho Santa Teresa (Yecapixtla).

Ahora se integran los proyectos ejecutivos con los diseños para incrementar y rehabilitar la infraestructura existente, considerando como fuente alterna de abastecimiento la captación de agua de lluvia, su tratamiento y distribución a la población. Del diagnóstico para el manejo integral del agua, se estudia la factibilidad de transferir las TA para el uso sustentable del agua en localidades con alto grado de marginación.

Los proyectos buscan abastecer a los habitantes con agua en mayor cantidad y la calidad requerida por la normatividad a nivel comunitario. A nivel vivienda, el volumen de agua almacenada en las cisternas, en lo posible, deberá proporcionar la dotación intermedia recomendada por la Organización Mundial de la Salud de 50 l/persona/día, que debe satisfacer las necesidades de higiene, preparación de alimentos, limpieza del hogar, consumo y lavado de ropa al interior de la vivienda durante el periodo de estiaje. Es importante señalar que, junto con el abastecimiento, la propuesta considera el saneamiento del agua. Todo ello permitirá una mejoría en la calidad de vida en

las comunidades. Los beneficiarios de los seis proyectos son 20,000 habitantes.



Levantamientos topográficos.



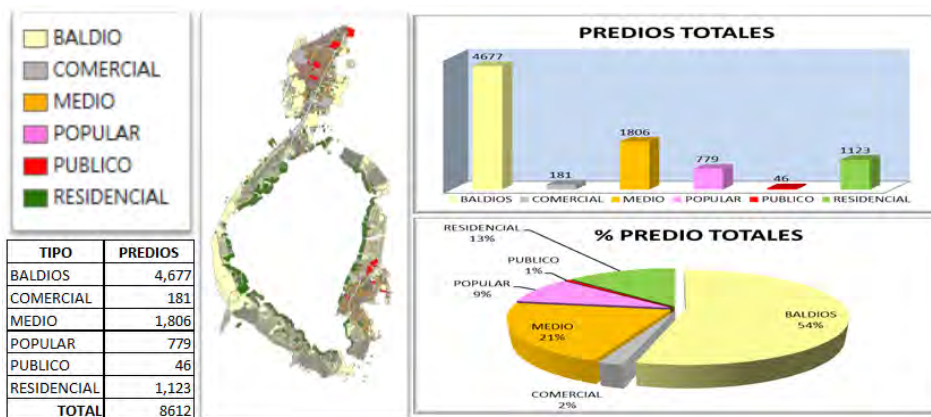
Revisión de la infraestructura para agua potable.



Vivienda sin servicios de agua y saneamiento en El Huejote, Totolapan.

□ ***Estudio para la integración de un organismo operador intermunicipal de agua potable en Tequesquitengo, Morelos***

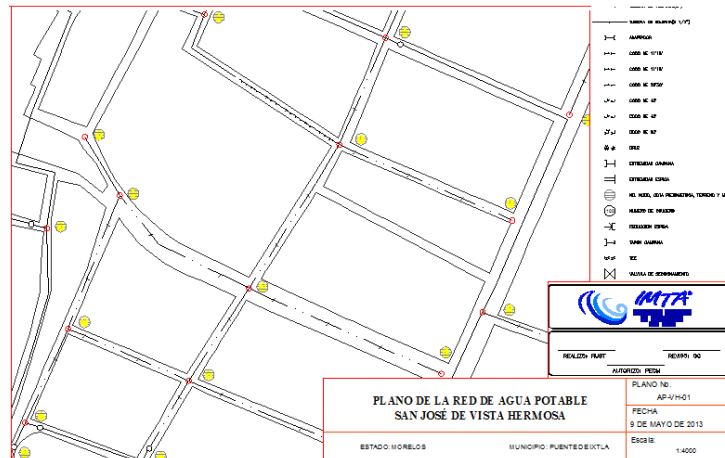
La Comisión Estatal de Agua del estado de Morelos solicitó al IMTA realizar un diagnóstico y proponer alternativas para la creación de un organismo operador de agua potable, alcantarillado y saneamiento que brinde servicio a la zona conurbada del lago de Tequesquitengo. Para ello, se deberá presentar una revisión de la estructura tarifaria y subsidios (en su caso) que dé viabilidad financiera al organismo operador y se elaborará un manual organizacional y de procedimientos para la alternativa seleccionada.



Padrón potencial para el organismo operador intermunicipal del lago de Tequesquitengo.



Recorridos de campo en la zona de estudio.



Plano de la red de distribución del poblado San José Vista Hermosa, producto de los recorridos de campo.

Se revisó la situación actual de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en la zona de estudio (organizacional, técnica, comercial, financiera, legal, social, de disponibilidad hídrica, y ambiental), a partir de estudios existentes, recorridos de campo, entrevistas y reuniones con personal de las dependencias e instancias interesadas. Se integró el padrón de usuarios potenciales para el organismo intermunicipal y se propusieron tres alternativas de organización.

Con los resultados de este proyecto, la Comisión Estatal de Agua contará con los mecanismos para integrar un organismo intermunicipal que brinde los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento para las poblaciones de la periferia del lago. Con ello, se mejorará la calidad de vida de la población y disminuirán los niveles de contaminación del lago y sus afluentes. Además, se busca que el proyecto sea un detonante para el desarrollo turístico de la región. La integración de este organismo intermunicipal servirá como modelo para los sistemas de agua en otras zonas metropolitanas, tal como Cuautla y Cuernavaca.

□ Mejoramiento de las condiciones sanitarias en tres escuelas periurbanas con escasos recursos hídricos y económicos en el Estado de México

El objetivo del proyecto, realizado para UN-Hábitat, es mejorar a las condiciones sanitarias en tres escuelas localizadas en zonas marginadas del Estado de México.

Se efectuaron trabajos topográficos en cada escuela: Ayapango, Tlalmanalco y Valle de Chalco, con curvas de nivel a cada 50 cm, con planimetría y

ubicación de aulas, edificios, etc. Se desarrolló la memoria descriptiva y de cálculo funcional, así como el proyecto ejecutivo de las mejoras correspondientes para cada escuela, que incluyen: 1) alcantarillado, sistema de tratamiento del agua residual y reúso, y sistema demostrativo de captación de agua de lluvia en las escuelas de Valle de Chalco y Ayapango, y 2) para La escuela en Tlalmanalco, un sistema completo de captación de agua de lluvia con captación, conducción, bajadas, sistema de primer lavado, tratamiento, almacenamiento y desinfección.

De igual forma, se aplicó una metodología organizativa mediante talleres y materiales educativos para formar comités, brigadas y responsables para la conservación del agua, medio ambiente e higiene, a través de una campaña de educación.



Comité de Agua, Salud e Higiene en Valle de Chalco.

□ ***Asistencia técnica para la introducción de tecnologías apropiadas de saneamiento en la operación del Programa Hábitat-Sedesol de la Secretaría de Desarrollo Social***

Con el objetivo de apoyar la cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento en comunidades urbanas y periurbanas marginadas, particularmente, se desarrolla el proyecto *Asistencia técnica para la introducción de tecnologías apropiadas de saneamiento en la operación del Programa Hábitat-Sedesol de la Secretaría de Desarrollo Social*.

Se han desarrollado reuniones y talleres de capacitación con funcionarios de las direcciones municipales de Obras Públicas, Ecología y del DIF, en el municipio de Xochitepec, Morelos, para constituir un grupo de funcionarios municipales, del Centro de Desarrollo Comunitario (CDC) y pobladores de Alpuyecá que sea responsable de las labores de operación y mantenimiento de las tecnologías instaladas: un sistema de captación de agua de lluvia (incluye cisterna capuchina y dispositivo de rayos ultravioleta para potabilización), un humedal artificial para el tratamiento del agua residual generada en el CDC y un sistema de riego para el reúso del agua tratada en las áreas verdes de este centro de población.

□ ***Facilidades y barreras sociales para el ejercicio del derecho humano al agua en México***

Como parte del proyecto *Facilidades y barreras sociales para el ejercicio del derecho humano al agua en México*, se desarrollan tres estudios de caso en diferentes zonas (urbana, periurbana y rural) para analizar cuáles son las dificultades que enfrentan las autoridades y la población a fin de lograr la concreción del Derecho Humano al Agua, tomando en consideración factores sociales, económicos, políticos y ambientales.

□ ***Diagnóstico de la calidad del agua en cenotes afectados de la Quinta Avenida y descargas de aguas residuales de las plantas de tratamiento de la ciudad de Playa del Carmen, Quintana Roo***

La zona urbana de Playa del Carmen presenta un desarrollo acelerado en infraestructura turística que se incrementa del orden del 10% anual en cuartos de hotel. El suelo que subyace a la ciudad está formado por rocas calizas solubles de origen marino, altamente carstificadas, con presencia de fracturas, cenotes, fallas normales orientadas y múltiples conductos de disolución. Recientemente, se observó el deterioro de la calidad de varios cenotes

afectados por agua residual en la parte centro de la ciudad, particularmente entre las avenidas Primera y Quinta, y entre las calles 10 Norte y 16 Norte Bis de Playa del Carmen. Por ello, la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA) del estado de Quintana Roo, solicitó al IMTA un estudio que permita identificar las fuentes contaminadoras que afectan la calidad de los cenotes y caracterizar los patrones de flujo que siguen los efluentes inyectados en las plantas de tratamiento Saástun-Ja y Gonzalo Guerrero.

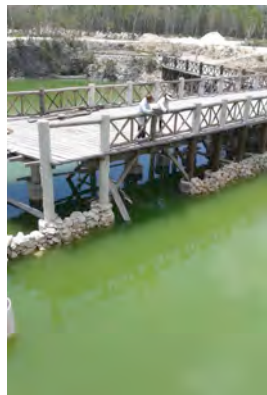
Este proyecto tiene la finalidad de conocer y comparar la calidad del agua que se extrae de la zona de captación de Playa del Carmen, caracterizar las plantas de tratamiento de agua residual de la ciudad, los cenotes y zona federal marítima terrestre afectada por contaminación de agua residual e identificar el origen de la contaminación de los cenotes afectados en la zona centro de la ciudad de Playa del Carmen. Otro proyecto ligado a la solicitud de la CAPA, se encargará de evaluar el comportamiento de las variaciones espaciales y temporales de nivel en el acuífero y la determinación de la dirección preferencial del flujo subterráneo, así como el flujo que siguen los efluentes inyectados en las plantas de tratamiento Saástun-Ja y Gonzalo Guerrero.

A la fecha, se iniciaron los trabajos de campo en la zona de estudio. Con relación al monitoreo de la calidad del agua, ya se efectuaron dos campañas en que se colectaron un total de 12 muestras de agua que incluyeron: cinco cenotes confinados de la Quinta Avenida, dos cenotes a cielo abierto en colindancia a la Unidad Habitacional Villas del Sol y PTAR de Saástun Ja, tres efluentes que incluyen dos estaciones en Saástun Ja' y otra en la planta de tratamiento de aguas residuales Gonzalo Guerrero, y finalmente dos estaciones en la playa, ubicadas junto a la calle Uno y el cárcamo de bombeo y el muelle El Recodo.

Con respecto a los resultados obtenidos para los parámetros in situ incluidos: temperatura, oxígeno disuelto (OD), pH, y conductividad eléctrica (CE). Para el primer muestreo sobresale que el cenote INAH presenta condiciones de mayor contaminación, y destaca la ausencia de OD (0.28 mg/L), pH neutro (6.93 unidades) y CE relativamente alta (2,643 $\mu\text{s}/\text{cm}$). Los parámetros fisicoquímicos, tales como demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, fosfatos totales y nitrógeno total, también destacan al cenote INAH como contaminado.



Cenote 2, ubicado cerca del INAH. Se observa agua contaminada, grumos, burbujeo y se percibió mal olor.



Monitoreo de calidad del agua en cenotes a cielo abierto, en las afueras de Playa del Carmen (21-24 de abril 2013).

□ ***Servicios del Laboratorio de Pruebas de Equipos y Materiales del Sector Agua (LPEMSA)***

Con la finalidad de apoyar las acciones tendientes a lograr la preservación y uso eficiente del agua, el LPEMSA hace pruebas de evaluación de la conformidad a medidores para agua. Como parte del proceso de certificación, los medidores se evalúan conforme a la norma NOM-012-SCFI-1994 *Medición de flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos-Medidores de agua potable- Especificaciones*.

En el marco de la evaluación de la conformidad, hasta la fecha se han realizado veinte evaluaciones, 17 corresponden a micromedidores para agua y tres a macromedidores. Además, se ha atendido a 14 clientes

Para que el laboratorio proporcione servicios de evaluación de la conformidad como laboratorio acreditado y con reconocimiento oficial conforme a la Ley Federal de Metrología y Normalización, es necesario demostrar la competencia técnica del LPEMSA ante una entidad de acreditación, que en este caso es la Entidad Mexicana de Acreditación, A. C. (EMA). El LPEMSA opera técnicamente con un Sistema de Gestión de la Calidad vigente y acorde con la normativa nacional e internacional que rige a los laboratorios de pruebas. El LPEMSA tiene acreditadas 11 pruebas.

En marzo del año en curso, el LPEMSA recibió por parte de la EMA el oficio 12LP1861, confirmando que la acreditación MM-101-017/09 que corresponde al LPEMSA, continuará vigente.

Con la evaluación de la conformidad se contribuye al proceso de certificación de medidores para agua, al realizar mediciones confiables técnicamente válidas que forman parte de la cadena de trazabilidad, tanto nacional como internacional.

	
<p>Instalación de los medidores para agua en el banco de pruebas de micromedición.</p>	<p>Evaluación de la conformidad.</p>
	
<p>Recepción de auditoría en evaluación de la conformidad.</p>	<p>Recepción de auditoría al Sistema de Gestión de la Calidad.</p>

□ **Diagnóstico y proyecto ejecutivo del área comercial de la Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Delicias, Chihuahua (JMAS Delicias)**

Dentro de un programa piloto para mejorar la recaudación de los organismos operadores de agua potable, se desarrolló este proyecto para la JMAS Delicias, con apoyo del Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S. N. C.

Se realizó el diagnóstico del área comercial en el que se fijaron las áreas de oportunidad más importantes, se estimaron costos de las acciones propuestas, se determinaron beneficios y se realizaron análisis de rentabilidad privada y social, cuyos resultados mostraron la conveniencia de que las acciones se realicen.

Con los resultados de este proyecto, la JMAS Delicias podrá ejecutar las acciones de mejora de su área comercial con el fin de coadyuvar al incremento de eficiencia comercial y de su recaudación.

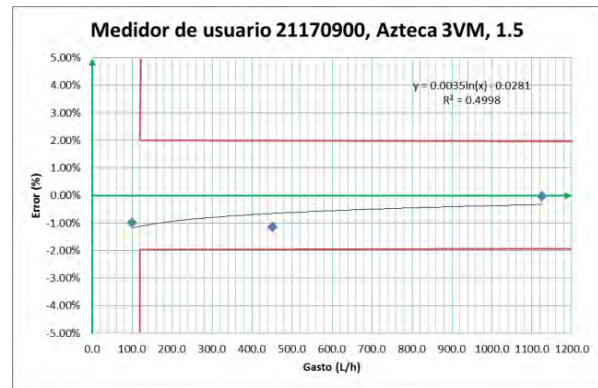
Así, se detectaron 16 oportunidades principales de mejora, para las cuales se propusieron las acciones siguientes para solventarlas:

No.	ACCIÓN	IMPORTE
1	Impartición del curso de capacitación <i>Calidad y actualización en el servicio al público.</i>	100,000.00
2	Actualización del <i>Manual de organización y del Manual de procedimientos comerciales y de áreas relacionadas.</i>	340,000.00
3	Renovar el equipamiento informático del Departamento Comercial.	628,810.00
4	Actualización de terminales móviles (<i>hand held</i>) para lectura de consumos e impresoras portátiles para entrega de recibos de pago en sitio.	112,860.00
5	Suministro de equipo para facilitar el pago a tiempo, a través del cobro mediante cajeros automáticos.	190,000.00
6	Renovar el parque vehicular del Departamento Comercial.	197,700.00
7	Instalación de medidores domiciliarios de agua potable tipo velocidad.	8,015,694.00

No.	ACCIÓN	IMPORTE
8	Identificación y remediación de zonas con mayor influencia de pozos areneros.	450,000.00
9	Mejorar, monitorear y verificar medición de consumos de altos consumidores.	834,077.40
10	Adquirir un equipo portátil de medición de flujo de tipo ultrasónico y un equipo de tipo volumétrico para verificar medidores en sitio en cualquier diámetro.	112,000.00
11	Renovar equipo de cómputo y fotográfico de Cultura del Agua.	84,885.00
12	Suministrar refacciones para reparación de las válvulas de control que emplea Cultura del Agua en escuelas, para reducir desperdicios y pérdidas por fugas en tuberías de distribución internas. Asimismo suministrar equipo detector de fugas para su reparación y mejorar sus instalaciones hidráulicas.	1,024,198.00
13	Suministro de una retroexcavadora nueva y las refacciones necesarias para la reparación de otras tres, para la realización de cortes de suministro e instalación de tomas. Asimismo, tapones y herramientas especiales para cortes de usuarios morosos y reincidentes en reconectarse al servicio con manguera.	1,892,250.00
14	Llevar a cabo un programa de certificación de competencias y habilidades del personal de campo.	250,000.00
15	Remodelación de sucursal comercial y equipamiento del sistema de turnos de atención al público.	1,005,000.00
16	Suministro de <i>software</i> para construcción de modelo matemático de simulación hidráulica a nivel de toma domiciliaria, para apoyar la comercialización del servicio (factibilidad hidráulica de nuevas tomas en fraccionamientos y todo tipo de usuarios), su facturación y su recaudación.	487,500.00
	Subtotal	15,724,974.40
	IVA	2,515,995.90
	Total	18,240,970.30



Prueba de errores de medición en sitio: probador portátil y medida volumétrica de veinte litros.



Curva de errores del medidor de usuario con cuenta 21170900. Resultados dentro de los límites permisibles.



Fachada principal de oficinas centrales y Dirección Comercial.



Área remodelada de espera para aclaraciones y pagos. Se observa el nuevo sistema de turnos.

□ **Supervisión de las acciones de modernización del área comercial de la Junta Municipal de Agua y Saneamiento Chihuahua (JMAS Chihuahua)**

Dentro del programa piloto para mejorar la recaudación de los organismos operadores de agua potable, se desarrolló este proyecto para la JMAS Chihuahua, con apoyo del Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S. N. C.

Se verifica que la ejecución de las 13 acciones programadas en el proyecto ejecutivo para modernizar la Dirección Comercial de la JMAS Chihuahua, satisfaga los requisitos establecidos en el mismo, en cuanto a cantidad, calidad (especificaciones), tiempos (calendario) y costos. Asimismo, se integrará la documentación y se hará el dictamen del grado de cumplimiento

correspondiente para que la JMAS CHIHUAHUA pueda acreditarlo ante BANOBRAS. Los resultados del proyecto de supervisión son parciales, dado que está en ejecución.

Los logros de este proyecto coadyuvarán a que la JMAS Chihuahua mejore su eficiencia comercial e incremente su recaudación, a fin de allegarse los recursos suficientes para mantener y mejorar el servicio a los usuarios, y para operar y mantener la infraestructura hidráulica, incidiendo en la mejora de su eficiencia física.

□ **Elaboración del estudio Diagnóstico integral para la planeación, en las localidades de Chetumal, Playa del Carmen, Cozumel y Tulum**

La Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de Quintana Roo solicitó al IMTA elaborar el estudio *Diagnóstico integral para la planeación*, en las localidades de Chetumal, Playa del Carmen, Cozumel y Tulum, con objeto de lograr la autosuficiencia técnica, financiera y ambiental de las gerencias ubicadas en los lugares mencionados.

Se recopiló la información técnica, financiera y ambiental de dichas gerencias y, con base en ella, se desarrollaron los siguientes rubros:

Diagnóstico integral de las gerencias: con base en los indicadores técnicos financieros se determinaron las condiciones de cada gerencia, así como con visitas de campo y reuniones de trabajo con los subgerentes de cada lugar para validar la información.

La proyección y programa de acciones: con base en las necesidades detectadas mediante los indicadores y visitas, se determinaron las acciones y proyección de población; asimismo, se tomaron en cuenta las reportadas por personal de la misma gerencia. Posteriormente, se jerarquizó la importancia de cada acción para obtener el programa de acciones de cada gerencia.

El modelo técnico financiero y análisis de sensibilidad de las gerencias: con base en la información recopilada y el programa de acciones, el IMTA efectuó el modelo técnico financiero para cada localidad, considerando los escenarios de inversión, proyección de población, mejora en los indicadores y capacidad de la financiera de la gerencia.

Informe final que incluye el reporte de cada localidad: con base en los resultados del modelo técnico financiero se obtuvieron las conclusiones del diagnóstico para cada localidad del estudio que, en general, abarca el diagnóstico integral de cada gerencia, proyecciones de población, programa de acciones, modelo técnico financiero y las recomendaciones.

Con los resultados del diagnóstico, Quintana Roo dispone ahora de un programa de acciones priorizado para la gestión y mejora de eficiencias e inversiones de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado en las cabeceras municipales de Othón P. Blanco (Chetumal), Solidaridad (Playa del Carmen), Cozumel (Cozumel) y Tulum (Tulum), a corto (uno-dos años) y mediano plazos (tres-cinco años), para mejorar los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en un marco de autosuficiencia técnica, financiera y ambiental. Así, se benefician más de 500, 000 habitantes del estado, lo que representa el 30 % de su población total.

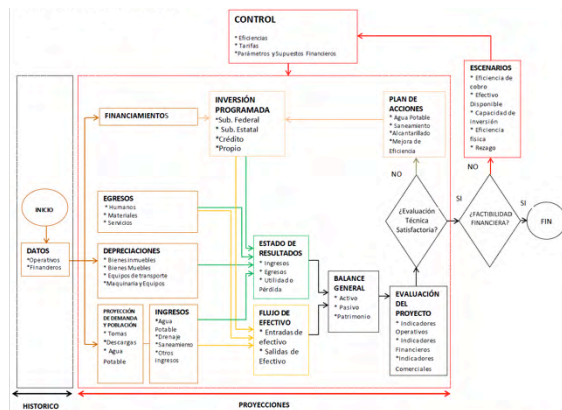
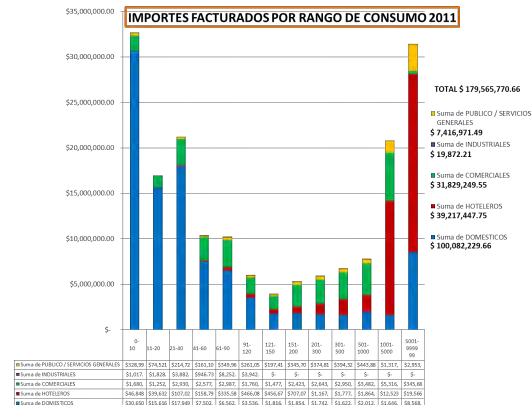


Diagrama de flujo del modelo técnico financiero.



Balance de los importes facturados en Playa del Carmen.

Indicadores de gestión prioritarios en organismos operadores

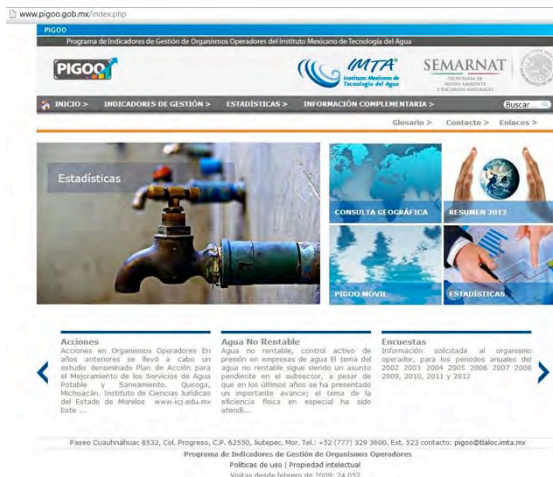
Este proyecto surge en 2005 con el fin de identificar y promover acciones de mejora que permitan a los organismos operadores (OO) proporcionar un mejor servicio a los usuarios, garantizar su fiabilidad operativa, aumentar su rentabilidad y ayudarles a conservar el recurso agua.

Desde 2009 se han evaluado 28 indicadores; y en 2013 se invitó a participar a un total de 178 organismos, de los cuales a la fecha han contestado a la solicitud el 30% (55). Sin embargo, la meta de este año es contar con una base de al menos 110. Hasta el día de hoy se ha cumplido en un 50%. La

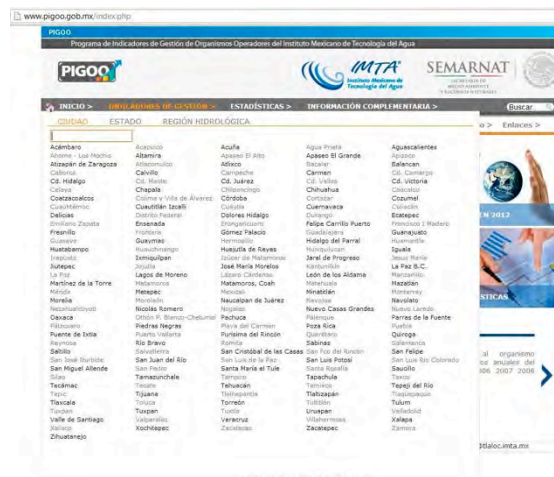
justificación que han presentado muchos de ellos es el cambio de administración y el no contar con la información de 2012.

Al 30 de junio del presente año se cuenta con la respuesta de 62 OO, que han proporcionado información para el cálculo de los indicadores (un promedio de 80% del total), que serán publicados en la página cuando se cuente con la información de los organismos operadores faltantes. Con respecto a la información que se muestra en el portal de Internet, ésta ha estado en constante actualización, tal como revisión de enlaces, gráficas, documentos de descarga, y se le ha dado un formato para la nueva identidad institucional ordenada por el gobierno federal.

Con los resultados de este proyecto, cada OO puede diseñar sus políticas de cobertura de servicio y realizar acciones de mejora o prevención que en el siguiente ejercicio sean verificables. La información de evaluación de desempeño de los OO se publica periódicamente en la página web: www.pigoo.gob.mx, donde puede ser consultada por los OO y la sociedad en general.



Sitio PIGOO.



Ciudades participantes.

□ **Supervisión de las acciones de modernización del área comercial de la Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Hidalgo de Parral, Chihuahua**

La Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Hidalgo de Parral (JMAS) solicitó al IMTA verificar que la ejecución de 16 acciones programadas en el proyecto ejecutivo para modernizar la Dirección de Comercialización de la

Junta que satisfaga los requisitos establecidos en el mismo, en cuanto a cantidad, calidad (especificaciones), tiempos (calendario) y costos.

El IMTA revisó y complementó los términos de referencia (especificaciones técnicas) de las 16 acciones a ejecutarse. La JMAS Parral tiene las bases de licitación completas de todas las acciones, a excepción de la acción 13. Actualmente, se encuentra en proceso interno de licitación y adjudicación para la adquisición de bienes y servicios.

Con los avances en este proyecto, se documenta el grado de cumplimiento correspondiente para que la JMAS de Parral pueda demostrarlo ante la entidad financiadora respectiva. Finalmente, las acciones están enfocadas a tres rubros en especial: incrementar el volumen facturado, la recaudación y la eficiencia del personal adscrito a esta Dirección Comercial.

□ ***Diagnóstico simplificado de los organismos operadores de agua potable y alcantarillado en las cabeceras municipales de Campeche (Campeche), Benito Juárez (Cancún) y Mérida (Mérida)***

La Fundación Gonzalo Río Arronte colabora con el IMTA para desarrollar el Programa para la Recuperación Ambiental de la Península de Yucatán. Dentro de este marco, se iniciaron las acciones emanadas del Plan Rector en su primera etapa, la cual incluye el diagnóstico integral de planeación y modelación hidráulica en las cabeceras municipales de Campeche (Campeche), Benito Juárez (Cancún) y Mérida (Mérida).

Se ha iniciado la recopilación de información de las tres localidades, que al final del proyecto incluirá los siguientes resultados: diagnóstico integral de planeación; modelo de simulación en EPANET, desarrollado por la Environmental Protection Agency; balance hidráulico de la red de distribución de agua potable; evaluación integral en los aspectos institucionales, técnicos operativos, comerciales, contable financiera y legal; programas de acciones priorizadas para la gestión y mejoras de eficiencias para los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en un marco de autosuficiencia financiera y ambiental; modelo técnico financiero con horizonte de planeación a treinta años; análisis de sensibilidad; reuniones de planeación, diagnóstico, gestión, implementación, validación, entrega y seguimiento; taller regional de capacitación en modelación hidráulica aplicada a redes de distribución usando programas de cómputo, y taller regional sobre la metodología de los diagnósticos integrales de planeación.

Asimismo, se celebraron reuniones en cada ciudad para mostrar los alcances y solicitar el apoyo de cada organismo operador. En la ciudad de Mérida, la reunión se sostuvo con personal de la Conagua (organismo de cuenca y delegación Yucatán), Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Yucatán (JAPAY) (gobierno del estado) y el ayuntamiento de Mérida para mostrar los alcances. La JAPAY se comprometió a colaborar con la información necesaria.

En la ciudad de Campeche, la reunión se llevó a cabo con personal de la Conagua (delegación Campeche) y Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Campeche (SMAPAC) (municipio). El personal de éste se comprometió apoyar la información requerida para los trabajos.

Por último, en la ciudad de Cancún hubo reunión con personal de la Conagua (organismo de cuenca y delegación Quintana Roo), el Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de Quintana Roo (CAPA) (gobierno del estado) y Aguakan (prestador de servicio). En ella se estableció que el CAPA sería el encargado de recopilar la información para los trabajos para posteriormente entregarla al Instituto.

Con estos trabajos de beneficiará de forma directa a más de 2 millones de personas y, adicionalmente, a más de 3 millones de beneficiarios potenciales. Dado que se incrementarán las coberturas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, se reducirá el impacto al acuífero por descargas de aguas residuales, se incrementará la conservación de cenotes, aumentará la eficiencia en el uso del agua en los principales núcleos urbanos, se incrementará el tratamiento de aguas residuales y, por último, se darán las herramientas para obtener inversiones federales, estatales y municipales hacia proyectos de agua y medioambiente.

Además, a los organismos operadores se les proporcionará el modelo de simulación hidráulica de la red de agua potable, como herramienta para cada ciudad.

Todo esto con el fin de llevar a cabo acciones en el corto, mediano y largo plazos que permitan la recuperación ecológico-ambiental de la península de Yucatán, identificando los elementos necesarios para el manejo sustentable de los recursos naturales y el medio ambiente, facilitando el trabajo comunitario y el incremento de la calidad de vida y de la cultura ambiental.

□ ***Modelación y diseño de redes de agua potable con demanda estocástica integrados con sistema de información geográfica***

Este proyecto, que lleva a cabo bajo un fondo mixto Conacyt-Conagua (Fondo Mixto), inició con el depósito de la primera ministración el pasado 15 de mayo

2013. Se ha avanzado, no obstante, en la búsqueda bibliográfica y en la construcción y equipamiento de un modelo en laboratorio de toma domiciliaria con tinaco y cisterna.

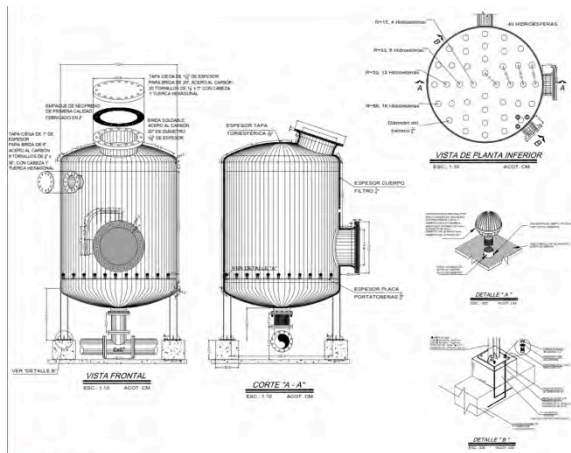
Se espera que el proyecto tenga un impacto científico. En particular, ya se tienen iniciados dos programas doctorales sobre el tema.

□ ***Elaboración de los proyectos ejecutivos de las plantas potabilizadoras para remoción de arsénico de los pozos 35, 16-R y 50-R del municipio de Torreón, Coahuila***

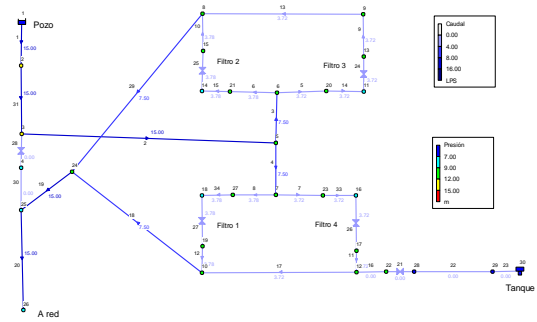
El IMTA elabora los diseños ejecutivos de tres plantas potabilizadoras para remoción de arsénico a pie de pozo para la empresa Constructora Promotora y Servicios de la Laguna, S.A. de C.V., mismos que se construirán en el municipio de Torreón, Coahuila.

Se han concluido los diseños funcionales de las tres plantas de filtración directa que tratarán el agua de los pozos 16R, 35 y 50P que opera el Sistema Municipal de Agua y Saneamiento de Torreón, Coahuila (SIMAS), mismos que se calcularon en función del caudal y contenido de arsénico en el agua cruda a remover. El diseño incluyó la definición de número y tamaño de los tanques de filtración, características de medios filtrantes, arreglo general de filtros, bombas y tanques de retrolavado. Una vez definido el tipo filtros, se realizó el diseño mecánico de los tanques a presión para los filtros de los tres pozos.

Asimismo, se efectuó el diseño arquitectónico de caseta de control laboratorio y cuarto de dosificación. Se llevaron a cabo simulaciones y análisis hidráulicos utilizando el *EPANET*® para determinar las pérdidas de carga hidráulica y definir el arreglo final de los tres pozos (conexiones, diámetros de tuberías, etc.). Definidos los arreglos de los sistemas de filtración, se hizo la cuantificación de materiales, equipos y dispositivos de fontanería, incluyendo las especificaciones técnicas.



Filtros a presión para emplearse en la filtración directa para remoción de arsénico.



Simulación del flujo en líneas de conducción y accesorios utilizando el EPANET®.

□ **Estudio y asesoría técnica para la licitación e instalación de plantas potabilizadoras a pie de pozo para remoción de arsénico en Torreón, Coahuila (segunda etapa)**

En apoyo al Sistema Municipal de Agua y Saneamiento de Torreón, Coahuila (SIMAS), el IMTA elaboró los aspectos técnicos de los términos de referencia de las bases de la licitación para el diseño y construcción/instalación de tres plantas potabilizadoras de filtración directa para remoción de arsénico en Torreón, a fin de tratar el agua de los pozos 16R, 35 y 50P. Dentro de los términos de referencia, se definieron los esquemas generales de los sistemas de filtración directa e instalaciones complementarias.

Dicho apoyo se dio durante el desarrollo de la licitación para la resolución de dudas técnicas en dos juntas de aclaraciones que presentaron los licitantes, así como para evaluar las propuestas de los licitantes, posterior a los actos de apertura, tanto desde el punto de vista técnico como económico.

Como parte del seguimiento de la construcción/instalación de las plantas potabilizadora, en reuniones técnicas con personal de la Gerencia de Saneamiento y del Departamento de Planeación y Desarrollo del SIMAS, se discutieron y resolvieron detalles del diseño y fabricación de los filtros a presión, del arreglo general y esquemas hidráulicos de los sistemas de filtración, y aspectos arquitectónicos-civiles de instalaciones complementarias. Por otro lado, después de analizar las ventajas y desventajas de utilizar tuberías de acero al carbón ASTM A-53 Gr B y PVC cédula 80, el IMTA recomendó la instalación de las primeras.



Cuarto de control para las plantas potabilizadoras a pie de pozo.



Soporte de toberas para el bajo dren de los filtros a presión.

□ ***Evaluación a escala real de prototipos para remoción simultánea de materia orgánica y nitrógeno en aguas residuales***

El objetivo de este proyecto es evaluar a escala real tres prototipos para remoción simultánea de materia orgánica y nitrógeno en aguas residuales. Los prototipos experimentales son: 1) un sistema BIOSTAR-IMTA convencional (sistema patentado por el IMTA), 2) un sistema modificado con zona anóxica por debajo de la aerobia, y 3) un sistema modificado con zona anóxica periférica externa a la zona aerobia. En el caso de los dos modelos con zonas anóxicas se pretende evaluar la necesidad de desviación de una fracción del influente hacia la zona anóxica. En los tres reactores se evalúa el efecto del porcentaje de recirculación del efluente, así como de la velocidad de rotación del eje central.

Hasta el momento, se ha logrado una remoción de nitrógeno amoniacal (N-NH_4) y nitrógeno total (NT) de 90 y 81%, respectivamente, en el modelo con zona anóxica periférica operando con 100% de recirculación, la mayor velocidad rotacional del lecho y sin introducción de agua residual en la zona anóxica. El BIOSTAR convencional presentó remociones de 71 y 60% para el N-NH_4 y de NT respectivamente, lo cual demuestra la ventaja del nuevo modelo. En el modelo con zona anóxica inferior se lograron remociones de 74 y 68% para el N-NH_4 y NT, respectivamente.

Otra mejora fue el aumento de eficiencia en la eliminación de la materia orgánica medida como demanda química de oxígeno (DQO). En el prototipo convencional se obtuvieron remociones de 77%, mientras que en los nuevos modelos la remoción fue un 10% mayor. El aumento de la velocidad de rotación del lecho móvil prácticamente no influye sobre la remoción de la

materia orgánica, pero sí mejoró la remoción de N-NH_4 y NT. También aumentó en un 7% la biomasa en exceso.



Prototipos experimentales instalados en la planta de tratamiento de aguas residuales municipales de El Texcal, Jiutepec, Morelos.

- ***Valoración de la potencia biológica de mezclas de estrógenos ambientales, utilizando las vitelogeninas como biomarcadores moleculares inducidas en el pez Danio rerio***

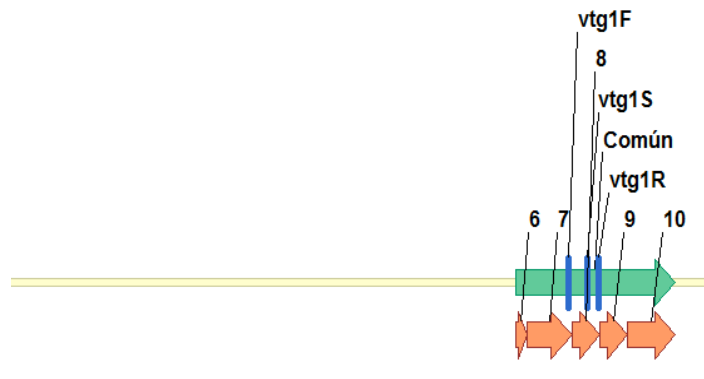
En años recientes, la ecotoxicología ha adoptado las tecnologías genómicas. El análisis genómico de la expresión genética puede evaluar la reacción de un organismo a un estresante ambiental. El proceso inicia cuando un organismo es expuesto a un contaminante químico que entra y se distribuye a lo largo de su cuerpo. El contaminante interactúa con células y componentes celulares en una forma dependiente de sus propiedades químicas, resultando en daño celular específico. En respuesta, el organismo reacciona al contaminante en múltiples niveles, los cuales incluyen alteración de la expresión de genes. El grupo de genes particular que son alterados, son dependientes y específicos de los mecanismos de acción del contaminante. De esta manera, puede esperarse que cambios en la expresión del gen puedan ser usados como biomacadores de toxicidad.

Con los avances analíticos, la detección de efectos moleculares promete ser un valioso avance para el monitoreo ambiental del potencial tóxico de una sustancia química. Métodos basados en PCR-tiempo real pueden apoyar en la caracterización de los efectos adversos de los contaminantes emergentes y ofrecer un nuevo enfoque para detectarlos en el ambiente.

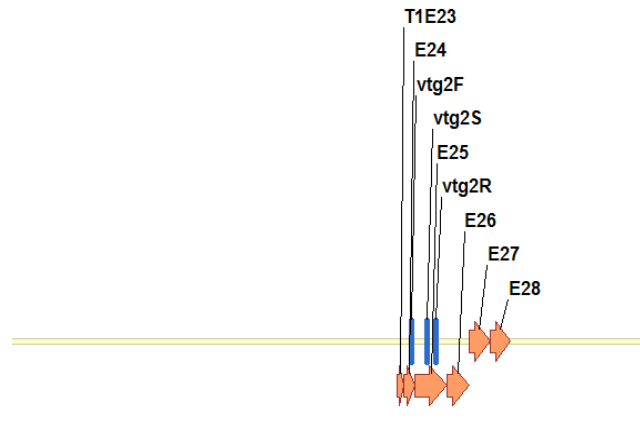
El objetivo de este estudio es identificar marcadores moleculares útiles para medir los efectos moleculares de las mezclas de hormonas en concentraciones bajas, mediante la evaluación del efecto combinado de las sustancias estrogénicas en los patrones de expresión genética y el comportamiento reproductivo del pez zebra, así como evaluar la fortaleza de dichos biomarcadores moleculares para analizar muestras ambientales.

A la fecha, mediante el uso de *software* bioinformático (*E!ensembl* y *Biomart*), se ha obtenido y procesado la información genética de los genes de vitelogenina específicos del pez zebra. Con la información obtenida en el programa *VECTOR NTI*, se realizó el diseño de secuencias de los genes de vitelogenina para diseño de los *primers* y sondas que se utilizarán en el estudio.

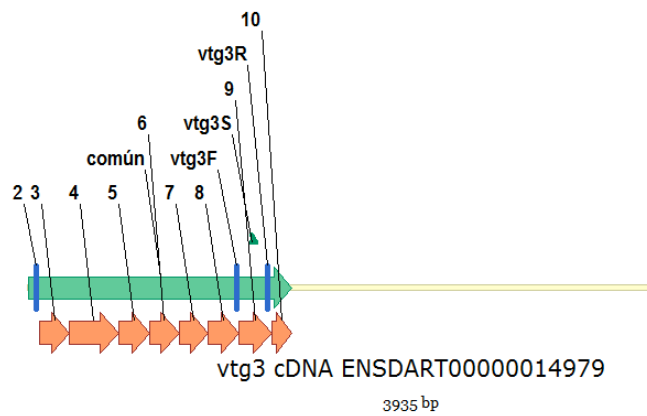
Esta investigación tendrá implicaciones importantes en la evaluación de riesgos y contribuirá a comprender los efectos de la mezcla de hormonas a niveles superiores de complejidad biológica. Eventualmente, se espera que las herramientas desarrolladas puedan aplicarse en otros contextos de importancia ambiental, tales como la detección de metales pesados y pesticidas.



vtg1 cDNA
4415 bp



vtg2-T1
5002 bp



vtg3 cDNA ENSDART00000014979
3935 bp

Diseño de los *primers* y sondas de los genes de *vtg1*, *vtg2* y *vtg3*.

□ **Instalación, puesta en marcha, operación y mantenimiento de prototipo experimental para tratamiento de aguas residuales procedentes de la industria textil**

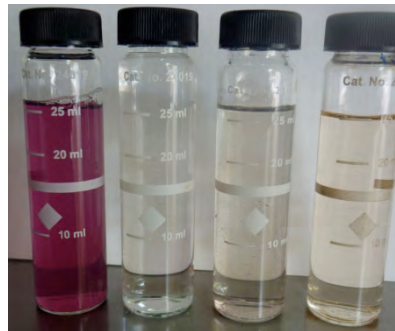
El objetivo principal de esta investigación es evaluar a escala piloto dos tipos de tratamiento: enzimático y químico, para la degradación de colorantes azo presentes en efluentes de la industria textil. Ambos tratamientos fueron primero probados a escala laboratorio. Para esta etapa, se utiliza un prototipo experimental que opera por lotes con tres tanques de 35 L de volumen útil. El agua problema que se utiliza proviene de la descarga general de la industria Gütermann.

Las eficiencias de remoción alcanzadas hasta el momento en el prototipo por el proceso químico (Fenton) son: 94% de decoloración y 71% de eliminación de materia orgánica, con un tiempo de reacción de dos horas.

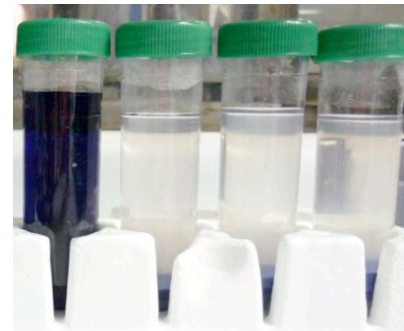
En el tratamiento enzimático se han logrado alcanzar porcentajes de decoloración del 95% con un tiempo de reacción de 4 horas; sin embargo, esta remoción está relacionada con un proceso de adsorción y no de bio-oxidación.



Planta piloto.



Muestras finales con Fenton.

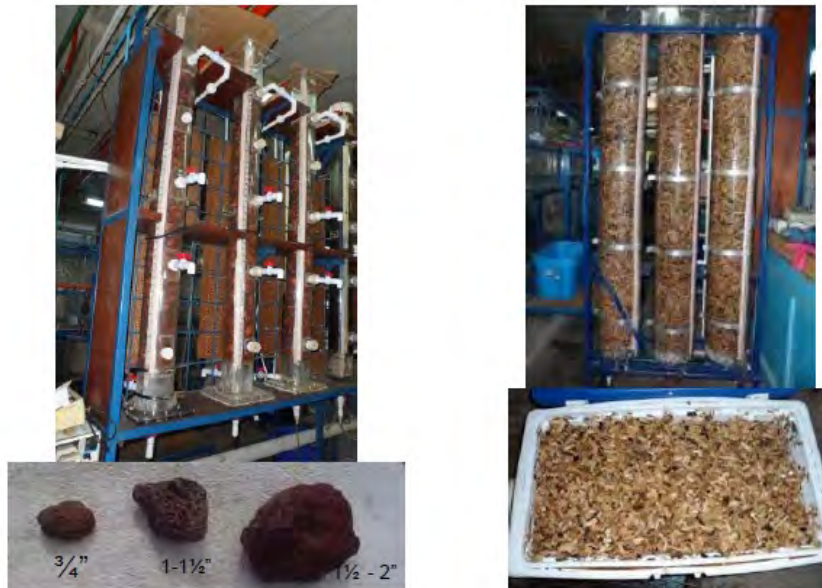


Muestras finales tratamiento enzimático.

□ **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, con el auspicio del Fondo Sectorial de Investigación para la Educación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

En este tenor, se concluyeron los trabajos experimentales en prototipos de laboratorio para la investigación del efecto de la granulometría, la carga orgánica y la velocidad de filtración en la remoción de macro-nutrientes de agua residual municipal, así como los trabajos de la remoción por filtración (sobre materiales orgánicos y membranas) de colorantes azo y aditivos presentes en agua residual de la industria textil. Además, Se continúan los trabajos para determinar el efecto de la relación C/N y la aireación en la remoción de ambos macronutrientes de agua residual agroindustrial (efecto de la carga orgánica).



Prototipos experimentales y materiales de empaque del biofiltro.

- ***Uso del campo magnético y de materiales magnéticos como auxiliares en el tratamiento del agua y del agua residual***

El proyecto tiene como metas evaluar el desempeño de un dispositivo magnético desarrollado en el IMTA para el control de incrustaciones y estimar los beneficios del uso del campo magnético para la remoción de contaminantes básicos del agua residual.

Actualmente, se investiga el efecto que tiene aplicar a la biomasa de un sistema de tratamiento de aguas residuales diferentes intensidades de campo

magnético de baja intensidad, sobre la remoción de contaminantes. El sistema opera con una fase aerobia (18 horas) y otra anóxica (seis horas).

Los resultados preliminares muestran que todos los reactores tienen alta remoción de materia orgánica ($\leq 90\%$) medida como demanda química de oxígeno (DQO). Respecto a la remoción de nitrógeno, se observa que todos los reactores nitrifican completamente, pero la desnitrificación es $> 90\%$ en los reactores con campo magnético, mientras que solo alcanza el 75% en el reactor sin campo magnético.



Dispositivos experimentales.

□ *Operación y mantenimiento del sistema acuícola con reúso de agua residual tratada y descarga cero*

En etapas anteriores de este proyecto se desarrolló un sistema de tratamiento de agua con recirculación para granjas acuícolas que permitió un ahorro del 92.9% mensual, garantizando una calidad adecuada para la producción y desarrollo de los peces, además de fomentar el reúso y al mismo tiempo reducir el consumo de agua de primer uso.

Actualmente se cuenta con dos sistemas de filtración de flujo ascendente, uno empacado con tezontle y otro con tres tipos de esponja; ambos operan con una tasa de $3 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ h}$. Se ha observado que las concentraciones de nitrógeno amoniacal a la salida están por debajo de 1 mg/L . Es importante notar que en el sistema se da la nitrificación, ya que existe presencia de nitratos. Las concentraciones de alcalinidad están en un rango de 40 a 60 mg/L y de dureza total entre 130 y 180 mg/L CaCO_3 . Esta calidad de agua permite que se continúen produciendo crías de peces guppy, espadas, miquis y carpa coy; también se encuentran en desarrollo japoneses y algunos cíclidos, ángeles, sumatranos, pangasius y catanes.



**Filtros de flujo ascendente:
F1 esponja y F2: tezontle.**



Reproducción de peces.

□ **Generación de energía eléctrica a partir del tratamiento de aguas residuales por medio de bioceldas**

El objetivo del presente trabajo es estudiar la producción de electricidad a partir de agua residual en celdas de combustible microbianas (CCM), para lo cual se utilizaron celdas de material acrílico a nivel laboratorio (dos de 0.130 L y una de 10 L). Todas las CCM tienen una configuración de una sola cámara.

Se construyeron tres CCM. Los electrodos utilizados en todas ellas son de grafito, a los cuales se les realizó un pretratamiento fisicoquímico (calentamiento a altas temperaturas más un baño con ácido nítrico) para aumentar su área superficial. Se utiliza una membrana Nafion 117 para el transporte de los protones. Para observar el comportamiento de las celdas en la producción de energía, se termina de armar y montar un sistema para el monitoreo en línea en tiempo real del voltaje generado por las celdas a través de un microcontrolador Arduino, que sirve como interface entre las CCM y el *software* llamado *Processing*.



Dispositivo experimental con las CCM.

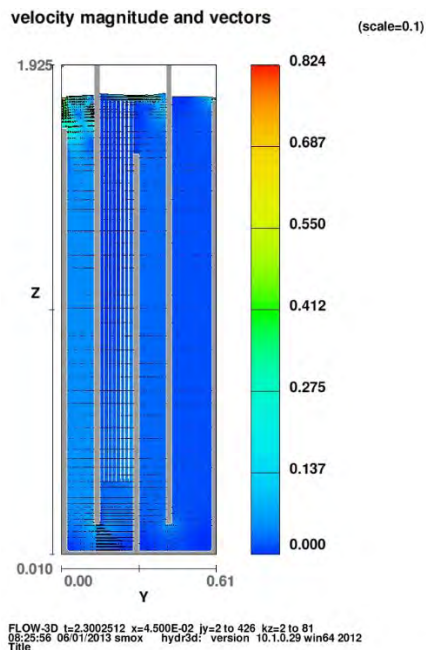
□ ***Modelación hidráulica y de transferencia de masa en reactores de electrocoagulación***

En el IMTA, desde 2005, se ha venido desarrollando un proceso electroquímico utilizado en el tratamiento de agua conocido como “electrocoagulación” (EC), con aplicaciones para acondicionamiento de agua para la industria y uso potable. Parte fundamental del éxito de esta tecnología consiste en el adecuado diseño de los reactores electroquímicos.

Durante el proceso, la presencia y control de más de una fase (líquido-gas) juega un papel importante, pues complica el diseño de los reactores desde el punto de vista hidráulico, ya que el comportamiento es menos predecible.

Lo que ahora se pretende es utilizar la modelación hidrodinámica asistida por la dinámica de fluidos computacional y validarla, comparándola con modelos físicos de laboratorio a través de velocimetría por imágenes de partículas, así como con la medición del diámetro de burbuja en cada condición de trabajo para generar herramientas de diseño de reactores de EC. Los experimentos que se realizarán son los que se indican para una matriz de diseño 2^4 con tres centros. Las variables experimentales serán: número de electrodos, densidad de corriente, separación entre electrodos y número de módulos que componen el reactor. En todos los casos las variables de respuestas serán: pérdida de carga, voltaje aplicado, velocidad de flujo y aluminio producido.

Para ello, se diseñó un reactor de flujo tipo pistón con electrodos verticales y flexibilidad en el cambio de sus elementos (electrodos y separadores) para todos los ensayos que requerirá el estudio.



Modelación hidrodinámica en el software FLOW 3D®, de una de las condiciones de la matriz experimental propuesta.



Reactor de EC que se utilizará durante el desarrollo de las pruebas experimentales.

□ Desarrollo de metodologías y su aplicación para la determinación de cianobacterias y compuestos emergentes en cuerpos de agua y agua potable

La actividad que diariamente desarrollamos como sociedad implica que generamos alteraciones sobre nuestro entorno y el medio ambiente. Actividades como la higiene personal y el cuidado de la salud pueden provocar problemas en el ecosistema, dado que se incorporan a éste sustancias de diferente origen y naturaleza química, de las que se sabe poco respecto de su impacto, sustancias que los investigadores denominan “contaminantes emergentes”. Como parte de estos compuestos, están los antibióticos, antidepresivos, hormonas, etc. y sus metabolitos. Así también, se tienen contaminantes naturales considerados como compuestos emergentes, como son las toxinas generadas por algas.

Estas toxinas generan problemas en las plantas potabilizadoras, ya que el agua suministrada puede contenerlas al ser el cuerpo de agua una fuente de abastecimiento para las plantas potabilizadoras.

En México existen pocos trabajos de investigación al respecto, por lo que el IMTA se ha dado a la tarea de desarrollar e implementar metodologías para la identificación y cuantificación de compuestos emergentes, para aplicarlos en la evaluación de cuerpos de agua superficiales y de abastecimiento.

Se unificaron las metodologías desarrolladas con extracción en fase sólida y cromatografía de gases/espectrometría de masas para la identificación y cuantificación de los fármacos: ácido clofíbrico, gemfibroxil y diclofenaco, lo que permitirá en una sola corrida cuantificarlos. Además, se iniciaron acciones para el desarrollo de una metodología por cromatografía de gases/espectrometría de masas para identificación y cuantificación de 15 fármacos.

Con respecto a contaminantes emergentes naturales se evaluó, por cromatografía de líquidos de alta resolución, la microcistina LR en muestra de agua de obra de toma de la planta potabilizadora Los Berros, Estado de México, encontrándose una concentración $<1.6\mu\text{g/L}$. Se trabaja en bajar el límite de cuantificación.



Extracción en fase sólida.

Cromatógrafo de líquidos de alta resolución.

□ **Herramientas biológicas para el análisis de toxicidad y detección de efectos asociados a contaminantes en sistemas acuáticos epicontinentales. Aplicación, adaptación y validación de tecnologías**

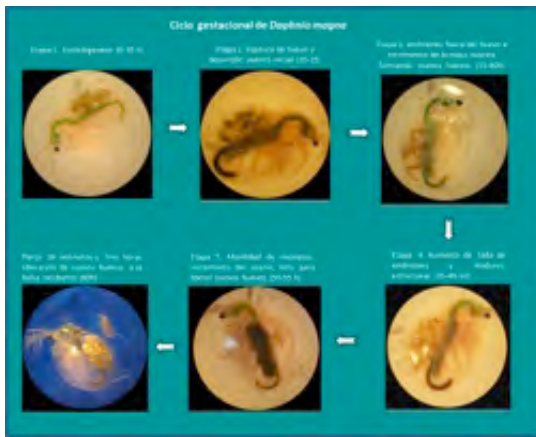
El objetivo de este proyecto es aplicar y adaptar metodologías basadas en la respuesta biológica para la detección de efectos asociados a contaminantes convencionales y emergentes en ambientes epicontinentales, que sean de utilidad en estudios ecotoxicológicos de evaluación de riesgo ambiental y establecer su vínculo con la salud humana

Para ello, se han adaptado y generado metodologías para evidenciar rasgos morfológicos y de desarrollo embrionario que sean indicadores de los efectos de los compuestos emergentes, tales como fármacos y algunos contaminantes que actúan como estrógenos.

Los diseños experimentales, protocolos y pruebas permiten la evaluación de los daños que estas sustancias generan en el desarrollo del pez *Danio rerio*, en el proceso gestacional del cladóceros *Daphnia magna*, en el crecimiento de la población de la microalga *Pseudokirchneriella subcapitata*, y un método para la detección de toxicidad en aguas salinas y salobres empleando el rotífero *Brachionus plicatilis*.

En las microalgas se observa que el estradiol y el bisfenol A produce una inhibición del 89% en el crecimiento de la población, persistente aun en las dosis más bajas de 50 µg/L. La fluoxetina (principio activo del Prozac) produce una inhibición total del crecimiento con una dosis desde (2.5 µg/L). La cafeína en dosis de 20 y 90 mg/L produce un efecto estimulante con un incremento de la densidad algal de un 10 a un 50%, y para una dosis mayor a 120 mg/L, tiene un efecto inhibitorio del 30%. En todas las pruebas las sustancias producen alteraciones de las algas en color, tamaño o estructura.

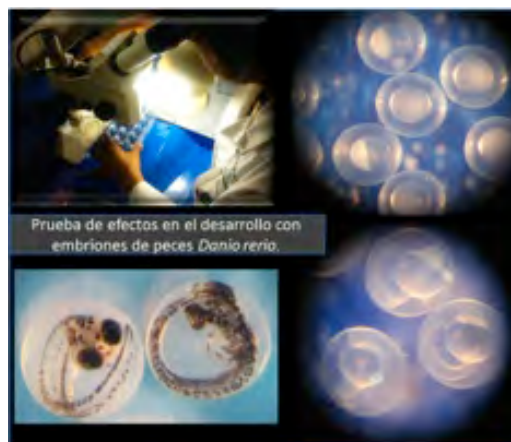
En relación al estudio de la *Daphnia magna* se logró la definición de su ciclo gestacional conformado por cinco etapas, con una duración de 60 h antes del parto. El reconocimiento de este ciclo fue clave para contrastarlo con organismos expuestos a los compuestos de prueba (estradiol, fluoxetina, cafeína y bisfenol A). Los resultados mostraron suspensión del desarrollo ovárico para las dosis empleadas con estradiol (1 a 4 mg/L), y para el bisfenol A se observó un estancamiento del desarrollo en la etapa posterior a la salida de los embriones del huevo dentro de la bolsa incubatriz. Para la fluoxetina no hay mortalidad de adultos; sin embargo, el ovario tiene un desarrollo postergado de 10 a 14 días



Ciclo gestacional de *Daphnia magna*



Pruebas de toxicidad con microalgas (*Pseudokirchneriella subcapitata*).



Pruebas de efecto en el desarrollo con embriones de peces *Danio rerio*.

□ **Mecánica de transporte de aniones mono y polivalentes en membranas de nanofiltración**

La investigación tiene como objetivo llevar a cabo una evaluación del comportamiento de membranas de nanofiltración para rechazar iones monovalentes (fluoruros, cloruros y bicarbonatos), en presencia de iones con alta energía de hidratación tal como sulfatos y fosfatos. Para realizar las pruebas fue necesario adecuar un sistema piloto de membranas planas mediante la instalación de un amortiguador de pulsaciones, a fin de minimizar las variaciones de presión que genera la bomba de desplazamiento positivo y evitar dañar las membranas.

Utilizando una membrana marca CSM con rechazo nominal de 70% de cloruro de sodio (NaCl), y tratando soluciones de una sal con iones monovalentes, inicialmente fluoruro de sodio (NaF) disuelto en agua deionizada, cuyo pH de la disolución fue de 6.5, se observó que la remoción de fluoruros (F⁻) disminuye

proporcionalmente de un 45 hasta un 19%, al incrementar la presión del sistema de 1 a 7 kg/cm².

Por otro lado, al aumentar el pH se observaron incrementos en la eficiencia de remoción de F⁻; esto es, al aplicar una presión de 6 y 7 kg/cm² a una solución con un pH de 9 se alcanzó una remoción de F⁻ del 70%, lo cual probablemente se deba a cambios en la energía de hidratación de los fluoruros.

Se probó con otra solución monovalente, NaCl, y se observó que la remoción de cloruros (Cl⁻) es menor que la de los F⁻, ya que el agua de rechazo se ha mantenido entre 30 y 32 % de Cl⁻, independientemente del pH del agua. Se continuará con la caracterización de la membrana para rechazar otros iones monovalentes (como ioduro de sodio), antes de iniciar la adición de iones polivalentes.



Circuito de membranas con amortiguador de pulsaciones.

□ **Estudio de tratabilidad y coexposición a arsénico y fluoruros en agua de bebida**

En la República Mexicana se tienen, por lo menos, 15 acuíferos en los que coexisten flúor y arsénico, lo que pone en riesgo la salud de la población que ingiere de manera habitual el agua extraída de ellos. A nivel mundial, se reconoce que el hidroarsenicismo y la fluorosis son problemas de salud endémicos en varios países, entre los que se encuentra México, donde 12% de la población habita en zonas de riesgo por arsénico y/o fluoruros.

Aunque los procesos de tratamiento para remover arsénico y fluoruros por separado pueden englobarse en procesos conocidos de: coagulación y/o precipitación, membranas, intercambio iónico y adsorción, el hecho que se presenten los dos contaminantes simultáneamente requiere el estudio de las tecnologías a fin de obtener información confiable de procesos de tratamiento

que sean soluciones factibles técnica y económicamente para remover ambos en paralelo. La tecnología de adsorción tiene algunas ventajas sobre las otras debido a su baja complejidad de operación, bajos requerimientos en infraestructura y su moderado impacto ambiental, por lo que en el estudio se aborda esta tecnología.

A la fecha se han adquirido tres medios adsorbentes con potencial de adsorción de estos contaminantes: carbón de hueso, alúmina activada y una bentonita modificada con lantano. Se ha determinado seleccionar el mejor adsorbente para ambos aniones mediante experimentos establecidos a través de diseños estadísticos del tipo factorial a dos niveles. Los tratamientos se realizarán mediante pruebas rápidas a flujo continuo en minicolumnas a escala. Los factores en estudio son el pH, tiempo de contacto, concentración de arsénico y fluoruros en el agua a tratar y, para algunos adsorbentes, el tamaño de partícula. Las respuestas son los tiempos de operación en los que se obtienen las concentraciones de ruptura de arsénico (25 µg/L) y fluoruros (1.5 mg/L). Para el primero de los adsorbentes se han efectuado todos los ensayos que conforman la matriz experimental. Las muestras de agua para cuantificación de arsénico aún están en proceso.



Pruebas de adsorción de fluoruros y arsénico con carbón de hueso.

- **Eliminación de contaminantes orgánicos emergentes mediante fotocátalisis heterogénea con TiO_2 , empleando luz solar**

El desarrollo de este proyecto tiene como objetivos principales: 1) realizar una evaluación técnico-económica de la fotocatalisis heterogénea con TiO_2 empleando luz solar, a nivel semipiloto. Para ello, se preparará un fotocatalizador basado en TiO_2 y se calcularán los costos de preparación del mismo considerando: reactivos, costos energéticos asociados y costo de inversión inicial asociado a los equipos básicos para la preparación de catalizador. 2) estimación de costos de aplicación del tratamiento para una unidad fotocatalítica, que pueda acoplarse para tratar el agua de rechazo de un módulo piloto de filtración por ósmosis inversa de 1 litro por segundo.

Hasta el momento se ha revisado la literatura y, con base en ello, se ha seleccionado el método por sol-gel para preparar el catalizador. Se realizaron pruebas preliminares y se rediseña la estrategia de síntesis para preparar una forma de dióxido de titanio dotada con plata e inmovilizada sobre vidrio Pyrex.

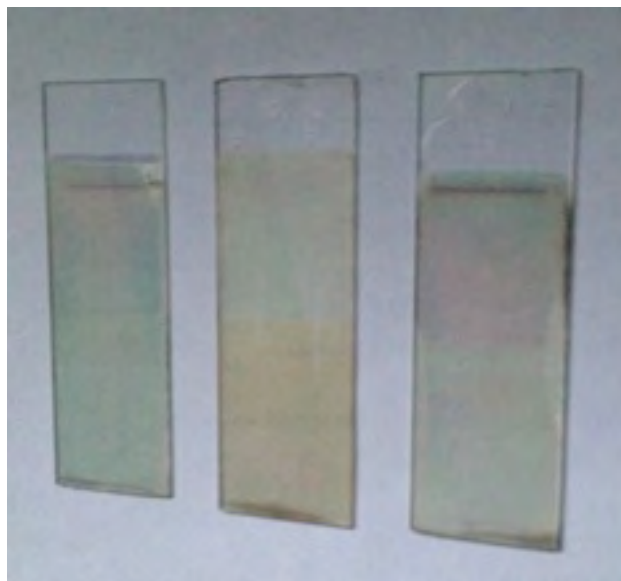


Imagen que muestra películas de TiO_2 inmovilizado sobre vidrio Pyrex.

AGUA PARA EL RIEGO AGRÍCOLA, ENERGÍA, INDUSTRIA, TURISMO Y OTRAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DE MANERA



México Próspero El Agua, elemento promotor del desarrollo sustentable

- **Tecnología de agricultura urbana para producción de alimentos**

Como parte de las actividades orientadas al desarrollo de tecnología para la producción agrícola con fines de

autoconsumo, el IMTA ha desarrollado diversos dispositivos para la producción de hortalizas y hierbas de olor bajo un sistema de agricultura urbana, incluyendo un instructivo para su instalación, operación y uso. Página 61 de 121

Bajo este escenario, se diseñó y construyó un modelo de producción vertical en tubos de PVC de 20 cm de diámetro; en él se estudia el desarrollo de lechuga, albahaca, acelga, chile poblano, jitomate y fresa. Como parte de este proceso, se analizaron las mejores condiciones para la mezcla y desinfección de los sustratos, además de que se estableció un procedimiento para desinfectar el modelo y colocar aditamentos que lo componen para evitar problemas por compactación. El sistema se basa en la fertirrigación mediante un depósito elevado, así como de la aplicación de insecticidas y fungicidas preventivos. Respecto a la producción, actualmente se lleva un registro por corte, registrando los pesos obtenidos para su posterior análisis en lo que se refiere a productividad y calidad.

Otra de las alternativas tecnológicas reside en un modelo de producción en tres capas soportadas por una estructura metálica. Se valida su funcionamiento con cultivos de: chile jalapeño, orégano, epazote, albahaca y acelga. De la misma manera que para el sistema vertical, actualmente se lleva un registro de su desarrollo y productividad.

Un tercer modelo de producción consiste en el diseño y construcción de un sistema hidropónico en tubos de PVC. En él se estudian cuatro variedades de lechuga. Entre los aspectos técnicos que más se cuidan destaca la instalación y programación de un temporizador para la recirculación del agua. Los resultados hasta ahora obtenidos son altamente satisfactorios en lo que se refiere a materia y calidad.



Desarrollo de cultivos en modelo de producción vertical.



Producción de cultivos en estructuras de niveles.



Modelo hidropónico.



Producción en modelo hidropónico.

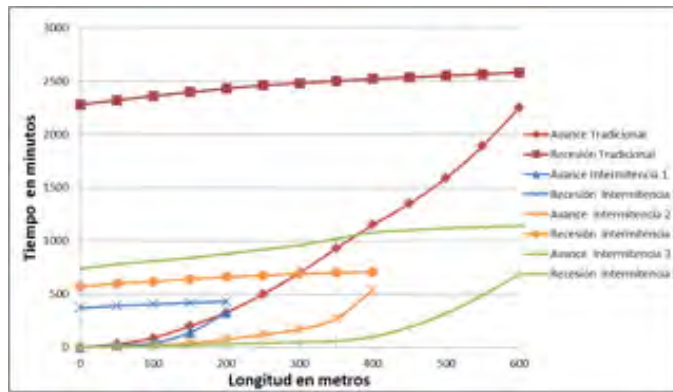
□ **TECNOLOGÍAS DE RIEGO PARCELARIO PARA REDUCCIÓN DE VOLÚMENES E INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL AGUA**

Las grandes zonas de riego del país se localizan en regiones áridas y semiáridas; varias de ellas cada vez con mayores limitantes de disponibilidad hídrica que afecta el rendimiento de los cultivos, situación que se agudiza, entre otros factores, por los efectos del cambio climático. Ante esta problemática, el IMTA ha desarrollado tecnología orientada a mejorar la eficiencia del riego parcelario y a la consecuente reducción de los volúmenes de agua aplicados, sin menoscabo del rendimiento de los cultivos. De esta manera, se fomenta una mayor conciencia y se propicia un incremento en la productividad hídrica. Tal es el caso del riego intermitente con sifones. Mediante este sistema, en parcelas demostrativas, se han obtenido reducciones entre el 30 y 40% en los volúmenes de agua aplicados, al reducir los tiempos de riego, en comparación con los métodos tradicionales.

Otra tecnología que permite reducciones significativas en los volúmenes aplicados, con respecto a los métodos de riego tradicionales por gravedad, es la agricultura protegida, la cual está sujeta a un proceso de mejora continua en lo que se refiere al uso controlado y dosificado de agroquímicos. Al respecto y para perfeccionar las estimaciones de riego bajo invernadero, se ha desarrollado una serie de protocolos experimentales para dar seguimiento a los parámetros agroclimatológicos y la productividad del agua. De manera particular y mediante desarrollos propios, se realizan estudios para cuantificar el consumo de agua por las plantas mediante el uso de microlisímetros de succión, los cuales se validan en contraste con lisimetría de balance.



Demostración práctica del riego intermitente con sifones, Modulo de Riego V-2 Angostura D.R. 010 Culiacán-Humaya, Sinaloa.



Fases de avance y recesión del riego tradicional (37.5 horas) y riego intermitente con tres pulsos (26 horas).



Medición de parámetros con estación agroclimática y de consumo de agua con microlisímetro de succión.

□ **PLAN DE ACCIONES PARA EL USO SUSTENTABLE DEL AGUA DE RIEGO Y EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL MÓDULO IV-I DEL DR 010**

Con objeto de hacer un uso sustentable del agua de riego e incrementar la productividad del Módulo de Riego IV-I, el IMTA diagnosticó las condiciones actuales de las funciones básicas del módulo para impulsar tanto la certificación de, al menos, un proceso en ISO 9001:2008, como la certificación de regadores, además de elaborar una propuesta para la modernización de la red de distribución y fomentar la transferencia de tecnología de riego parcelario.

Del diagnóstico se desprende que existe un fuerte deterioro en la red de conducción y drenaje debido a que ha concluido su vida útil y a la baja inversión de mantenimiento, esto último, por efecto de la baja cuota de riego. Cabe destacar que el módulo tiene más de 100 km de red entubada y que, en contraste, la distribución del agua la realiza sin una adecuada medición en la red de distribución y en la toma parcelaría. Esta red entubada facilita el servicio de riego; sin embargo, al medir de manera no apropiada, se desincentiva el uso eficiente del recurso, ya que el servicio de riego en la parcela se hace estimando los caudales con base en la experiencia de los canaleros. En consecuencia, debido a la diferencia de criterios no hay garantía en la uniformidad y proporcionalidad en los gastos entregados.

Un segundo aspecto a destacar es la implantación de un Sistema de Gestión de la Calidad para certificar uno de tres posibles procesos del Módulo: recaudación, elaboración de planes de riego o elaboración de planes de conservación. Bajo este esquema, se asesora a su personal para concluir el proceso de certificación en los próximos meses. El tercer resultado relevante consiste en la elaboración de la versión definitiva de dos Estándares de Competencia Laboral, uno para riego por gravedad y otro para riego por goteo, cuyos expedientes fueron enviados al Consejo de Normalización y Certificación de Competencia Laboral (Conocer) para su aprobación y publicación en el *Diario Oficial de la Federación*. Para la conclusión de los Estándares, es de gran importancia la participación de técnicos y regadores líderes del módulo IV-1.



Proceso de asesoría en la norma ISO 9001:2008 al personal del módulo.



Proceso de adecuación del estándar de competencia laboral.

□ **Desarrollo de un portafolio priorizado de medidas de adaptación públicas identificadas para el sector agrícola**

En colaboración con la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ, por sus siglas en alemán), se desarrolló un portafolio priorizado de medidas de adaptación públicas identificadas para el sector agrícola, a fin de contribuir al desarrollo de la Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático. La metodología de trabajo consistió en revisar la información hidroagrícola de las áreas de riego de México, así como los estudios existentes en relación con la vulnerabilidad de la agricultura de riego ante el cambio climático, y emparar esta información con los mapas contenidos en el *Atlas de vulnerabilidad hídrica de México ante el cambio climático*.

Como resultado, se identificaron y seleccionaron tres distritos de riego (DR): 005, Delicias, Chihuahua; 034, Estado de Zacatecas, y 048, Ticul, Yucatán, con alta vulnerabilidad en la agricultura de riego, analizados bajo el escenario de emisiones A1B.

Distritos de riego con vulnerabilidad global de “Media” a “Alta” en México, y su superficie cosechada (ha) en el ciclo agrícola 2008-2009. Escenario de emisiones A1B.

No.	DR	Nombre	Estado	Vulnerabilidad	Superficie cosechada
3	5	Delicias	Chihuahua	Alta	53200
9	34	Estado de Zacatecas	Zacatecas	Alta	11477
21	48	Ticul	Yucatán	Alta	7428

El portafolio priorizado considera 29 medidas de adaptación del sector agrícola: 25 para áreas de riego y 4 de temporal; 8 para el DR 005 Delicias, 8 para el DR 034, 9 para el DR 048, y 4 para un área de temporal de la región cafetalera de Chiapas.

Las principales medidas de adaptación son: revestimiento o entubamiento de regaderas, nivelación de tierras, tecnificación del riego parcelario, asistencia técnica a usuarios, rehabilitación y modernización de equipos de bombeo, riego en surco alterno y trazos de riego, prácticas culturales en función del desarrollo del cultivo, acolchado orgánico sobre el suelo, agricultura protegida, reconversión de cultivos, restructuración y compactación de las asociaciones de usuarios de riego, monitoreo del agua subterránea, transferencia de tecnología de manejo sustentable en parcelas demostrativas de cafetal, fomentar la diversificación productiva, y captación de agua pluvial. Se realizó una serie de reuniones con el grupo de GLZ, en las que se definieron cinco de las 29 medidas de adaptación para su desarrollo a nivel de gran visión, de manera que permita su evaluación económica.



Taller para aplicar la metodología de Análisis Multicriterio, para la priorización de medidas de adaptación para el sector agrícola.

□ ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DIRECTOR PARA LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DEL RIEGO DEL DISTRITO DE RIEGO 043, ESTADO DE NAYARIT

A solicitud de los cuatro módulos del Distrito de Riego (DR) 043, Estado de Nayarit, el IMTA elaboró sus planes directores, los cuales consideran las acciones que habrán de emprenderse a partir de un diagnóstico integral del DR con el objetivo de transitar de la situación actual que prevalece, a un escenario que cambie las debilidades por fortalezas para lograr una producción estabilizada de altos rendimientos en el corto, mediano y largo plazos.

Los resultados del diagnóstico de la operación, conservación y administración del DR considera las siguientes estrategias: la primera, relacionada con la tecnificación del riego parcelario en 39,745 ha para los próximos veinte años, donde la nivelación de tierras constituye el esquema prioritario de inversiones con el 64.45% de esta superficie; la segunda corresponde a la rehabilitación y modernización de su infraestructura hidroagrícola, donde se han programado inversiones en revestimiento y entubamiento de 193 km de canales, así como la rehabilitación y modernización de 520 estructuras de control, obras de cabeza y medición en las presas; y la tercera, que considera las acciones no estructurales requeridas para el fortalecimiento y desarrollo de capacidades, donde se incluyen estudios y proyectos por realizar, reconversión productiva con segundos cultivos, el mejoramiento de sus funciones básicas (conservación, operación y administración), y la capacitación de usuarios, técnicos y directivos.

Se han estimado las inversiones y acciones requeridas para los próximos veinte años, lo que permitirá ahorrar 175.4 millones de m³ y elevar la eficiencia global del DR de un 25% actual, a un 43.71%; lograr el uso pleno de la infraestructura hidroagrícola, e incrementar la superficie física regada de 34,106 ha a 57,089 ha, beneficiando a 4,073 usuarios. Este programa de inversiones se evaluó técnica y económicamente, resultando una relación costo-beneficio de 1.31.

□ **Revisión agronómica, hidráulica y electromecánica de 15 pozos para riego, municipio de Bacalar, Quintana Roo**

La empresa Maya Biosana, S.A.P.I de C.V., solicitó al IMTA la revisión agronómica e hidráulica de un proyecto para la instalación y operación de un sistema de riego presurizado, con 15 pozos y 25 km de redes de tubería para dos cultivos (Melina y Cacao) en 520 ha, considerado el más importante de Quintana Roo, debido a la escasa inversión en el sector agrícola del estado.

Al respecto, el Instituto dictaminará, asesorará y apoyará en la puesta en marcha de las nuevas áreas de cultivo y elaborará los proyectos ejecutivos de riego en suelos con deficiencias de fertilidad, poca profundidad, problemas de drenaje y baja calidad del agua (alto contenido de carbonatos y bicarbonatos). El acompañamiento del IMTA en estos trabajos muestra la confianza de los inversionistas para resolver problemas del sector agrícola mexicano.



Predio Maya Biosana en Quintana Roo, para la producción de cacao.

□ ***Evaluación de impactos ambientales de tecnologías conservacionistas, utilizando el método de cuencas pareadas***

Con este proyecto, el IMTA busca evaluar los impactos positivos al medio ambiente a mediano plazo en cuencas donde se ha tenido una intervención con obras y prácticas conservacionistas de suelo, bosque, agua.

Como parte de este trabajo, se instaló un conjunto de medidores Parshall en la cuenca en estudio y la cuenca testigo (no intervenida). Al mes de junio, se hicieron trabajos de revisión de los canales Parshall a fin de asegurar las mejores condiciones de funcionamiento para el próximo periodo de lluvias y registrar las mediciones de gasto útiles en la evaluación de los impactos ambientales, utilizando el método de cuencas pareadas (con y sin prácticas y obras). Se acondicionó el fondo de los canales de llegada con un colchón hidráulico para evitar la erosión, se redefinieron las secciones de los canales y se limpiaron de basura, ramas y arbustos para no afectar el movimiento del agua de escurrimiento.

Asimismo, se instalaron y se dio mantenimiento a un conjunto de pluviómetros digitales de sensores ultrasónicos para registrar la lluvia y el escurrimiento superficial; los equipos se programaron y se obtuvo la información registrada durante el periodo. Se obtuvieron registros de los primeros eventos, así como muestras de los escurrimientos para su análisis en laboratorio y determinar la pérdida de nutrimentos y concentración de sedimentos.



Acondicionamiento del colchón hidráulico.



Mantenimiento y calibración de pluviómetros digitales.



Evento de escurrimiento sobre canal Parshall.

□ **Adaptación y transferencia de tecnología para medición en pozos de bombeo en zonas agrícolas**

Actualmente, existen numerosos sistemas de riego con equipos de bombeo en mal estado mecánico, lo que repercute en altos costos de operación y el incremento del costo de los alimentos. Para evaluar el estado de los equipos, el IMTA desarrolla un sistema portátil que permita determinar en campo, de manera precisa y rápida, la eficiencia electromecánica de los equipos de bombeo.

El sistema está constituido por los siguientes componentes: 1) Unidad Terminal Remota IC *Links* para almacenamiento de datos, colecta de datos usando protocolo *MODBUS* y protocolo propietario, cálculo de potencia suministrada al agua, potencia consumida por el motor y eficiencia electromecánica, y presentación de páginas web de los cálculos realizados, 2) sensores de presión con salida *MODBUS RS485*, 3) multímetro trifásico que mide voltaje y corriente por línea, factor de potencia y potencia consumida, y 4) medidor de gasto de tiempo de travesía.

Bajo los lineamientos de la norma NOM-001-ENER-2000, actualización de la norma NOM-006-ENER-1995 y la norma NOM-010-ENER 2004 para bombas

sumergibles, se determina la energía consumida por el motor eléctrico y la proporcionada al agua. A partir de éstas, se define la eficiencia como: la energía proporcionada al agua entre la energía eléctrica consumida.

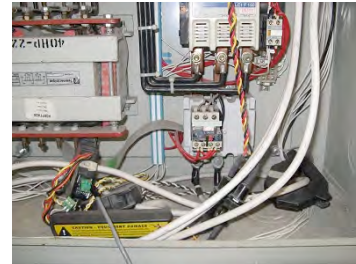
El sistema permite al usuario fijar en tiempo real la energía eléctrica consumida, la energía suministrada al agua y la eficiencia electromecánica del sistema. Asimismo, los resultados se pueden expresar en forma numérica y gráfica.



Medidor de velocidad del agua Panametrics.



Equipo portátil de medición.



Anillos para medir corriente.



Sensores de presión.



Pantallas operación sistema.

□ **Pruebas experimentales para el desarrollo de una tecnología de tratamiento de residuos de granjas porcícolas**

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.

El sistema de tratamiento fue desarrollado y validado a escala piloto industrial, pero toda vez que su instalación a escala real está condicionada a la inversión de un particular, aún se continúa con la búsqueda de un inversionista para

construir la planta a escala real y concretar la etapa final del proyecto, y se analizan otras fuentes de financiamiento para la construcción del sistema.



Planta instalada en la granja porcícola de Jojutla, Morelos.



Planta móvil.

- ***Estudio de diagnóstico técnico, legal y financiero para la rehabilitación de las plantas de tratamiento de aguas residuales del fondo nacional de fomento al turismo***

Este proyecto tiene como objetivo realizar el dictamen técnico, financiero, económico y legal del estado actual de las 13 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) que opera el Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR): Pok ta Pok, El Rey y Gucumatx, en Cancún, Quintana Roo; Chahué, Tangolunda, Conejos, La Entrega y Copalita, en Huatulco, Oaxaca; Campo de Golf y Punta Ixtapa, en Ixtapa, Guerrero; Litibú, Nayarit, y Nopoló, Loreto y San José del Cabo, Baja California Sur.

Actualmente, se ha realizado la evaluación técnica in situ con la revisión de parámetros de diseño y operación de las principales unidades de proceso, así como las prácticas de operación y mantenimiento y su control administrativo en cada una de ellas. Como parte de este diagnóstico se realizó el aforo y la caracterización del influente y del efluente tratado de las PTAR. También, se elaboraron y aplicaron las entrevistas para definir la percepción social de los habitantes con respecto a las plantas de tratamiento en cada localidad. Se recopiló la información técnica, financiera, legal, social y económica, y se conformó una base de datos organizada por el Centro Integral de Planeación para consulta del FONATUR. Se determinó la situación financiera de las plantas de tratamiento a fin de obtener los costos fijos y variables en los que

incurre, así como analizar su sostenibilidad financiera. Se trabaja en el desarrollo de un programa para sistematizar el análisis financiero.



PTAR San José del Cabo, Baja California Sur.



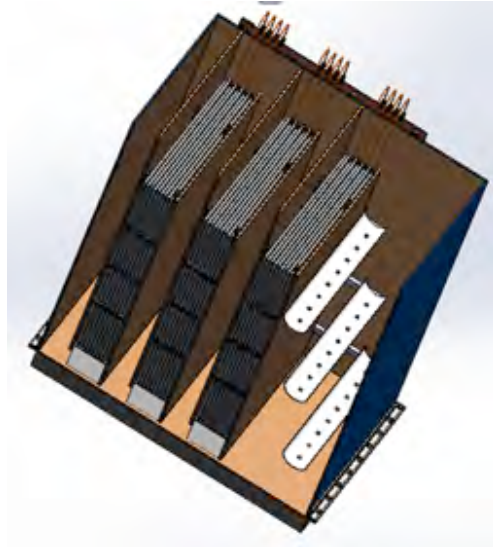
PTAR Nopoló, Loreto, Baja California Sur.

□ ***Ahorro de agua mediante recuperación de purgas en torres de enfriamiento a través de la eliminación de microorganismos, sílice y otras especies***

Este proyecto se desarrolló con apoyo del Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Energía (FSIDTE-CFE-CONACYT). El objetivo del estudio ha sido el desarrollo de tecnología, basada en la aplicación de la electrocoagulación (EC) como un proceso alternativo de tratamiento de agua para la remoción de sílice y otros contaminantes de importancia en el agua de torres de enfriamiento. Los sistemas de enfriamiento en la industria demandan enormes cantidades de agua, especialmente en la generación termoeléctrica de energía.

Una menor concentración de sílice en agua circulante en torres ayudaría a disminuir sus consumos mediante el incremento de los ciclos de concentración. Durante el primer semestre de 2013 se ha desarrollado la parte final del proyecto, cuyo resultado final fue el proyecto ejecutivo de una planta de EC que se propone adaptar sobre la ya existente planta de tratamiento lateral de la Central Termoeléctrica Salamanca. La planta de EC ha sido diseñada para tratar agua de repuesto, a razón de 160 Lps, basada en un sistema modular cuya unidad trata 5 Lps.

La propuesta consiste en tratar un 80% del agua de repuesto que se requiere para mantener funcionando las torres a cuatro ciclos de concentración. La sílice retirada del agua es suficiente para tener una concentración a la entrada de las torres de 40 mg/L, a un costo aproximado de \$5.60 /m³. Con este tratamiento es posible esperar un ahorro en el consumo de agua de repuesto de aproximadamente 30%, con beneficios económicos para la Comisión Federal de Electricidad y ecológicos para la región. La tecnología desarrollada se puede aplicar en otras industrias con problemáticas similares, a condición de determinar experimentalmente los alcances y costo para el tipo de agua y sitio en particular.



Vista del interior del reactor que trata 5 litros por segundo.

□ **Investigación del impacto de carrizo gigante (arundo donax) en México y evaluación de posibles agentes de control biológico**

Arundo donax (carrizo gigante) es considerada una de las más importantes especies exóticas invasoras que amenaza los ecosistemas en todo el continente americano. Esta planta fue introducida por los españoles a Veracruz y de aquí se extendió en todo el continente. *A. donax* se encuentra formando densas poblaciones en humedales o bordeando ríos, lagos, presas o canales de riego, poniendo en peligro la disponibilidad de agua. Además de reducir los niveles de agua, esta planta ha incrementado los riesgos de incendios modificando los regímenes naturales de fuego. Por otro lado, las poblaciones de *A. donax* incrementan la sombra en las riveras de lagos, ríos o canales de riego, lo que contribuye a modificar el hábitat natural de otras

especies hasta el punto de desaparecerlas. Dada la gravedad del problema en la frontera con los Estados Unidos, desde Mexicali hasta Matamoros, es urgente encontrar formas de control sustentables y que no causen un impacto indeseable en el medio ambiente. El presente proyecto pretende utilizar insectos altamente específicos que puedan reducir la infestación a niveles manejables. Estos insectos son una avispa (*Tetramesa romana*) y una escama (*Rhizaspidiotus donacis*).

En este proyecto de cooperación con el United States Department of Agriculture (USDA), se realizó un mapeo de la infestación de *A. donax* en algunos sitios en México, determinando que los principales lagos (Chapala, Pátzcuaro, Cuitzeo), así como las cuencas de los ríos Bravo, Balsas, Amacuzac, Apatlaco, Yauatepec y Cuautla, están infestados con esta maleza. Después de haber obtenido la autorización de la Dirección General de Sanidad Vegetal, se importaron a México la avispa y la escama para su cría masiva en el laboratorio de plantas acuáticas exóticas invasoras del IMTA, donde siguen un control de calidad. Los insectos fueron importados del laboratorio de cuarentena de insectos benéficos del USDA, localizado en Moore Airbase, Texas.

Actualmente, el IMTA cuenta con una unidad de cría masiva de estos insectos, los cuales se han liberado en el río Bravo y algunos sitios de Morelos. La evaluación de su establecimiento y eficacia está en curso en ambas instituciones.



Cría masiva de insectos para el control de *Arundo donax*.



Cultivo *Arundo donax* en invernadero.

Sistemas de información para incentivar el cobro-pago del agua

La Fundación Gonzalo Río Arronte solicitó al IMTA un sistema de información específico sobre el cobro-pago del agua, tanto para organismos operadores del agua (OO) como para distritos (DR) y unidades de riego (UR), con objeto

Eficiencias y tendencias de los indicadores de cobro-pago obtenidos para la categoría IV (OO con más de 125,000 tomas).



Suficiencia financiera resultante en los Distritos de Riego del país, por categoría.

□ Elaboración de tres Estándares de Competencia Laboral

En 2012, la Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento de México A. C. (ANEAS) y el IMTA, con apoyo de la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ, por sus siglas en alemán), elaboraron tres Estándares de Competencia Laboral que brindan un perfil vinculado con aquellas funciones individuales en el sector agua donde, al ser la energía un insumo clave, permite oportunidades de eficiencia energética.

Los tres estándares mencionados, publicados en el *Diario Oficial de la Federación* (DOF) el 24 de mayo de 2013 son: EC0317 Control de la eficiencia energética en la operación de las estaciones de bombeo de agua potable, EC0318 Mantenimiento electromecánico a una estación de bombeo de agua potable y EC0319 Vigilancia de la operación de una estación de bombeo de agua potable.

También, este año se impulsará un Programa de Capacitación, Evaluación y Certificación de Competencia en todo el país para tener personal certificado en los organismos operadores de agua potable, con habilidades y conocimientos que garanticen la adecuada operación de la infraestructura de bombeo.

Aunado a lo anterior, además figura reducir el consumo de energía eléctrica, uno de los costos de operación que más afecta a los organismos operadores de agua potable.



Estación de bombeo en León, Guanajuato, donde se evaluaron los estándares de competencia elaborados.

□



Publicación en el DOF de los estándares de competencia.



Parte de la infraestructura que considera una estación de bombeo (tren de descarga).

□ ***Rehabilitación y actualización del manual de costos estimados para proyectos de infraestructura hidráulica***

En el mes de junio se firmó con la Gerencia de Gestión de Cartera de Proyectos de la Conagua el proyecto *Rehabilitación y actualización del manual de costos estimados para proyectos de infraestructura hidráulica*.

Su objetivo radica en proporcionar una herramienta actualizada que facilite, a través de procedimientos sencillos, la estimación preliminar de los costos de las componentes que integran las obras de desarrollo hidráulico, mediante la actualización del manual de costos, agregando los proyectos del periodo 2004- 2012, y el diseño e incorporación de un módulo del manual *Costos al Sistema de Información de Proyectos de Infraestructura Hidráulica*.

Contribuciones en la formación de una cultura mexicana del agua acorde con su realidad e incrementar las capacidades



México con Educación de Calidad El Agua, elemento esencial de la cultura mexicana

□ **Posgrado IMTA**

En el Posgrado IMTA se graduaron cinco estudiantes de maestría en Ciencias del Agua, de los cuales tres corresponden al

área Gestión Integral del Agua con Cuencas y Acuíferos, y dos al área con Hidrometeorología y Meteorología Operativa; uno de ellos obtuvo mención honorífica.



Examen de grado.



Examen de grado.

□ *Maestría y doctorado en hidrometeorología y meteorología operativa del Posgrado en Ciencias del Agua*

Uno de los grandes desafíos que enfrenta nuestro país es la crisis del agua, ya que la tendencia actual de aprovechamiento del recurso hídrico no es sostenible. Ante este reto, dentro de las estrategias que establece el gobierno se destaca el impulso a la ciencia y la tecnología, así como el fortalecimiento de la capacidad institucional del sector agua, siendo imprescindible el desarrollo de la capacidad técnica y profesional de las personas y organizaciones participantes en el sector.

En este contexto el IMTA contribuye con la formación especializada de recursos humanos que demanda el sector hídrico, con la impartición de la maestría y doctorado en Hidrometeorología y Metodología Operativa del Posgrado en Ciencias del Agua.

El objetivo de estos posgrados es formar profesionales de alto nivel en cuanto a conocimientos teóricos, métodos y prácticas en las áreas de hidrometeorología y meteorología operativa.

En junio de 2005 el Instituto recibió el dictamen favorable para la conclusión de los planes y programas de estudio de maestría y doctorado e implantación de los mismos. En enero de 2012 se firmó una segunda extensión del proyecto, cuya asignación cubre una tercera generación.

□ *Capacitación de técnicos en la operación de redes agrometeorológicas e Implementación de un protocolo de gestión de calidad*

La información agroclimatológica cuenta con valor que puede traducirse en beneficios directos para el sector agropecuario, al obtener datos

climatológicos que les permitan reducir la incertidumbre del estado del tiempo y del clima para la prevención de plagas y otros fenómenos perjudiciales a la producción agroalimentaria.

Las fundaciones Produce de cada estado operan y mantienen la red de estaciones de manera independiente, por lo que la Coordinadora Nacional de las Fundaciones Produce (COFUPRO) quiere homogenizar y controlar la operación técnica y el mantenimiento de la red de estaciones agroclimatológicas, independientemente de quién se encuentre a cargo de la supervisión del funcionamiento de la red.

Los objetivos del proyecto son: capacitar técnicos en la operación de redes agrometeorológicas e implementar un protocolo de gestión de calidad.

Entre los resultados y productos figuran la impartición de cuatro cursos, así como la elaboración de material impreso y digital, éste disponible en Internet en la página de COFUPRO; implementación de un protocolo de gestión de calidad de datos para el mantenimiento de las redes de estaciones estatales; auditoría interna en las fundaciones Produce de Nuevo León, Morelos y Guanajuato; apoyo y asesoría en la integración de un grupo de auditores internos en las fundaciones Produce citadas; asesoría en la solicitud de certificación e integración de los documentos solicitados y durante el proceso de certificación ante la entidad certificadora, y apoyo en el seguimiento a las no conformidades y hallazgos derivados de la auditoría de certificación en las fundaciones Produce de los estados mencionados.

Por otra parte, también se realizó el *Diagnóstico de la operatividad de la Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimatológicas* en Fundación Produce, para obtener información confiable. Se visitaron 163 estaciones instaladas en 29 estados del país.



Estaciones en las que se realizó el diagnóstico de la operatividad.

Asimismo, se calibraron 321 sensores de estaciones agroclimatológicas de las Fundaciones Produce en los estados de Nuevo León y Morelos.

De la Fundación Produce Nuevo León se calibraron en total 180 sensores. Treinta en cada uno de los siguientes aspectos: radiación solar, precipitación pluvial, humedad relativa, temperatura del aire, dirección del viento y velocidad del viento.

De la Fundación Produce Morelos se calibraron 141 sensores: 22 de radiación solar, 23 de precipitación pluvial, 24 de humedad relativa, 24 de temperatura del aire, 25 de dirección del viento y 23 de velocidad del viento.



Sensores calibrados.



Material impreso y USB de uno de los cursos.

□ **Posgrado IMTA-UNAM**

En el Posgrado IMTA-UNAM, durante este primer semestre, 11 alumnos obtuvieron el grado de Maestro, de los cuales seis corresponden al área de Ingeniería Hidráulica y cinco a la de Ingeniería Ambiental.



Conclusión de examen de grado.

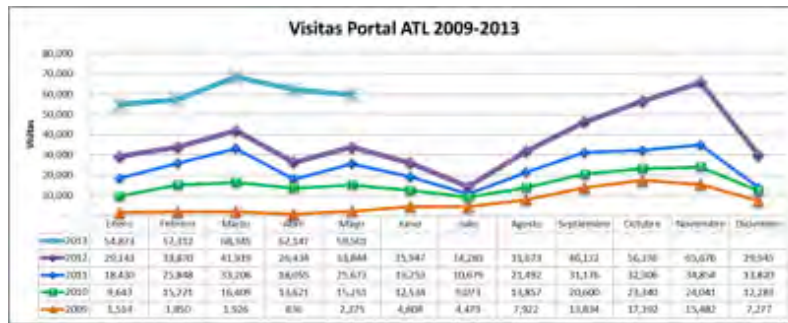


Sesión de preguntas y respuestas.

□ **Cátedra UNESCO-IMTA: El agua en la sociedad del conocimiento**

El Portal ATL (www.atl.org.mx) es el órgano de comunicación de la Cátedra UNESCO-IMTA y comenzó a funcionar a partir de 2008, fecha en la que se instala de manera oficial la Cátedra. Se busca que el sitio, además de contener los datos sobre la Cátedra, también sirva de repositorio de información con los temas del agua y la sociedad del conocimiento. Es así como se originaron varias secciones: “Videos”, “Biblioteca Digital”, “Educación” y “Noticias”, entre otros.

De enero a mayo se recibió un total de 302,178 visitas y se dio mantenimiento a dos micrositos del Portal Atl: Agua DF, con 13,874 visitas, y el sitio del Seminario Anual, con 6,992 visitas y que constituye el portal más visitado de la Red de Sitios IMTA. Se dio mantenimiento, adicionalmente, al portal del Comité Nacional Mexicano del Programa Hidrológico Nacional, que obtuvo 11,090 visitas.



□ Talleres de actualización y certificación para el personal de los espacios de Cultura del Agua y Multimedia de una cuenca hidrológica del estado Durango

En el primer semestre de 2013 se concretó la firma del proyecto *Talleres de actualización y certificación para el personal de los espacios de cultura del agua y Multimedia de una cuenca hidrológica del estado de Durango*. Se concluyó la capacitación y evaluación para la certificación del personal en el Estándar de Competencia EC0180 Promoción de cultura del agua de los 33 municipios, condición indispensable para que la Comisión Estatal del Agua del Estado de Durango considere la continuidad del trabajo de este personal.

En cuanto al multimedia, se cuenta con un avance del 10% en el acopio de sus contenidos y se tienen dos propuestas gráficas para representar la cuenca del río Nazas.

□ **Programa Anual de Capacitación Presencial 2013**

Dentro del Programa Anual de Capacitación Presencial 2013, al 30 de junio, se han impartido cuatro cursos, lo cual equivale al 66.7% de los cursos programados; el número total de capacitados fue 52.

Los cursos impartidos fueron: *Operación de plantas de tratamiento de lodos activados*, *Modelación del escurrimiento en cuencas con HEC-HMS*, *Diagnóstico de pozos de agua*, y *Diseño y simulación de alcantarillado pluvial y sanitario con el uso del SWMM*.



Práctica del curso *Operación de plantas de tratamiento de lodos activados*.



Curso *Modelación del escurrimiento en cuencas con HEC-HMS*.



Curso de diagnóstico de pozos.

□ **Capacitación, Evaluación y Certificación de personal del IMTA**

Como parte del fortalecimiento de las capacidades de su personal, el IMTA inició su Programa Interno de Capacitación, Evaluación y Certificación para los especialistas del Instituto.

Durante abril de 2013, se celebró el curso: *Impartición de cursos de formación del capital humano de manera presencial grupal*, con fines de certificación de la Competencia Laboral con base en el Estándar de Competencia EC0217, en el que participaron 18 capacitandos adscritos a las siguientes áreas: Desarrollo Profesional e Institucional, Hidráulica, Tratamiento y Calidad del Agua, Riego y Drenaje, y Comunicación, Participación e Información.

A la fecha, se han evaluado cuatro especialistas del IMTA, a los cuales se les tramita ante el Consejo de Normalización y Certificación de Competencia Laboral el correspondiente certificado de Competencia Laboral.

Este proceso permitirá incidir en un mejor aprendizaje de los trabajadores que asistan a los cursos impartidos por los especialistas del Instituto.



Participantes conocen elementos para la preparación de un curso de capacitación presencial.



Interacción del instructor con los participantes.



Técnica de discusión participante-instructor.

□ **Revista Tecnología y Ciencias del Agua**

En el primer semestre de 2013 se editaron dos números de la revista **Tecnología y Ciencias del Agua**: el vol. IV, núm. 1, enero-marzo y vol. IV, núm. 2, abril-junio, tanto en versión impresa como digital. Esta última permite diversas funciones para una mejor consulta.

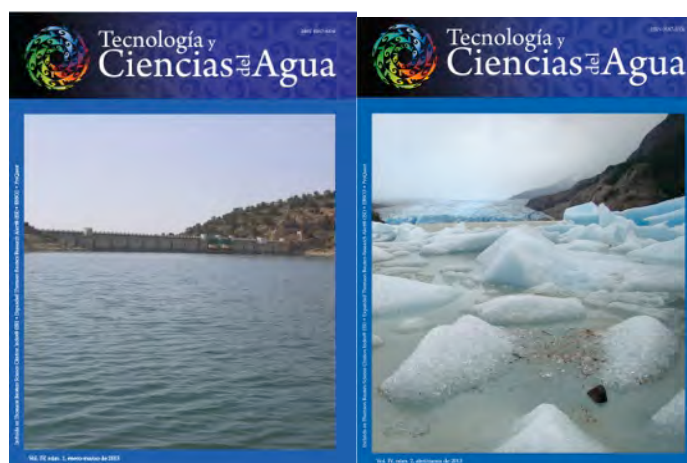
Su base de datos registra 1,161 autores-revisores de 25 países de 295 instituciones. Se tienen más de doscientos artículos en proceso de arbitraje.

Del 1° de enero al 22 de junio de 2013 hay contabilizadas 37,077 visitas a su página web desde 95 países. Los diez países desde donde se ha tenido más acceso a la página son los siguientes, en orden decreciente: México (21,563 visitas), Colombia (2,807), Perú (2,454), España (1,851), Venezuela (1,178), Argentina (1,061), Chile (910), Ecuador (881) y Estados Unidos (643).

De enero a mayo de 2013 se enviaron por correo electrónico 855 artículos en PDF a personas que solicitaron el material desde 17 países: Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, España, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón, México, Panamá, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela.

A partir del segundo semestre del año, la revista se volverá bimestral, a fin de dar respuesta a la gran cantidad de artículos recibidos y aprobados para ser publicados.

La revista mantiene el mismo espíritu que sus revistas antecesoras: ser fuente de consulta y estudio, que permita resolver distintos problemas relacionados con su temática.



Portadas de la de la revista.



Interior, revista digital, Vol. IV, núm. 2, abril-junio de 2013.

□ **Agua Simple, tu revista digital**

En 2013 se editó el número correspondiente a “Agua y Salud” de la revista digital *Agua simple*, publicación dirigida a jóvenes de secundaria y preparatoria, a fin de que cuenten con una herramienta útil para ampliar sus conocimientos sobre el agua y el medio ambiente, que pueda servirles de apoyo en sus estudios formales, así como para introducirlos de una manera entretenida en el mundo de la ciencia y la tecnología.

El diseño de la plataforma tecnológica es ad hoc para esa edad.

Se manejan textos cortos, didácticos (lenguaje sencillo), con datos duros y siempre cuidado la verosimilitud de la información.

Se invita, tanto a expertos e instituciones, de México y el extranjero, a colaborar.

Debido a que el principal medio de difusión y divulgación es a través de Internet y dadas las características del público objetivo, es importante que *Agua simple* se dé a conocer a través de *Facebook*, *Twitter* y *You Tube*, por lo que se cuenta con presencia en estas redes sociales. Se puede tener acceso la revista a través de la siguiente dirección:

<http://www.aguasimple.org.mx>

correo electrónico: aguasimple@tlaloc.imta.mx

Agua simple también puede descargarse en teléfonos celulares y *tablets*.

Desde el 1° enero al 22 de junio de 2013 se registran 11,066 visitas a su página web desde 41 países. Los diez países desde donde se ha tenido más acceso a la página son los siguientes, en orden decreciente: México (8,048 visitas), España (715), Venezuela (531), Argentina (530), Perú (521), Colombia (451), Ecuador (362), El Salvador (227), Estados Unidos (179) y Chile (155).



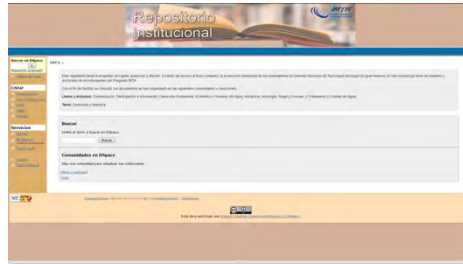
Portada general de *Agua simple*, número dedicado a “Agua y Salud”.

□ **Mantenimiento del Repositorio Institucional del IMTA**

Con el propósito de compartir el conocimiento generado por los especialistas del IMTA y difundir de una manera más abierta el resultado de las investigaciones que se llevan a cabo en el Instituto, se conformó el Repositorio Institucional del IMTA.

El repositorio es una herramienta que incluye la producción científica del Instituto, almacenada en un archivo electrónico en formato digital, en el que se permite la búsqueda y la recuperación para su uso posterior. Además de crear y compartir conocimiento y facilitar el aprendizaje organizacional, permite maximizar la visibilidad del IMTA.

Actualmente, el Repositorio Institucional IMTA cuenta con 257 documentos entre artículos publicados en las revistas *Ingeniería Hidráulica en México* y *Tecnología y Ciencias del Agua*, además de libros editados por el Instituto y tesis de maestría y doctorado del Posgrado IMTA.



Comunicación institucional

El IMTA tiene entre sus funciones principales la diseminación 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.

□ **Producción radiofónica**

El programa *Planeta Agua*, que entró en su noveno 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 *At!*, *El Portal del Agua desde México*, de la Cátedra UNESCO-IMTA *El Agua en la Sociedad del Conocimiento*.

□ **Boletines electrónicos**

Se publicaron tres 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. La *Gaceta* también puede consultarse en la página web institucional: www.imta.gob.mx. Adicionalmente,

de enero a mayo, se enviaron mensualmente cinco ejemplares del *Boletín de Novedades Atl*, cinco ejemplares del *Boletín Conamexphi* y cinco ejemplares del boletín *IMTA-net*, dirigido a los empleados del Instituto.



□ Producción audiovisual

El material audiovisual producido en el IMTA constituye un valor agregado a los productos y servicios prestados, como parte de las estrategias aplicadas a la solución de la problemática existente en el sector hídrico.

Durante el primer semestre de 2013 se produjeron dos videos: *Agricultura urbana y Centro de Capacitación del IMTA*, y se trabajó en la producción del video documental *Segunda etapa del estudio del impacto del cambio climático en el ensalitramiento de los suelos en el Distrito de Riego 038, Río Mayo, Sonora*.

Asimismo, se realizaron dos spots promocionales y cuatro videocápsulas informativas para su difusión en el sitio IMTAnet.

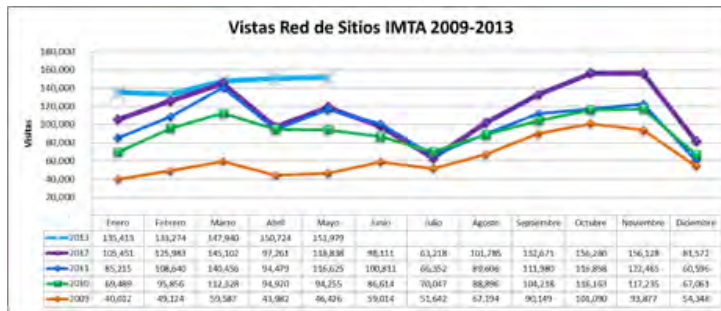




□ **Sistemas informáticos y sitios web**

Se llevaron a cabo las actividades de diseño, desarrollo, mantenimiento, operación y actualización de la Red de Sitios IMTA. Asimismo, de los 21 sitios con que cuenta la Red, se realizó el mantenimiento y actualización de 15 sitios institucionales y temáticos. La Red de Sitios IMTA, en su conjunto, registró un total de 719,330 visitas de enero a mayo. Destacan entre ellas las 470,517 correspondientes a los portales IMTA y ATL.





□ **Participación en el X Encuentro Nacional de Cultura del Agua**

Con el lema *Cultura hídrica: un enfoque pluridimensional*, del 23 al 25 de abril se realizó en la ciudad de Chihuahua, Chihuahua, el X Encuentro Nacional de Cultura del Agua organizado por la Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento de México, la Conagua, la Asociación Nacional de Cultura del Agua, el gobierno estatal de Chihuahua y el municipio de este mismo nombre, con la participación de varias instituciones del sector.

Como el espacio más importante en materia de análisis, reflexión, cooperación y participación en torno a la cultura hídrica en el país, el Encuentro convocó a expertos en agua, promotores de cultura, industriales, académicos, funcionarios y a la sociedad en general.

En este foro el IMTA, como brazo tecnológico del sector agua en el país, tomó parte activa con diversas contribuciones a la construcción de la nueva cultura hídrica que requiere el país, mediante la formación de recursos humanos y la difusión de conocimiento hídrico científico y tecnológico.

El Director General del IMTA, el M. en I. Víctor Javier Bourguett Ortiz presentó la Conferencia Magistral “Cultura hídrica y salud pública”, en la que abordó los principales retos en esta materia, el papel de la tecnología y la cultura de la cooperación y la corresponsabilidad en la gestión del agua.





Mesa de honor en la inauguración



Lic. César Duarte Jáquez, Gobernador Constitucional del estado de Chihuahua



Dr. David Korenfeld Federman, Director General de la Comisión Nacional del Agua



M. en I. Víctor Javier Bourguett Ortiz, Director General del IMTA, durante su Conferencia Magistral.



Desequilibrio en la prestación de los servicios

□ **EXPO Verde 2013 Morelos**

En el marco de la conmemoración del Día Mundial del Medio Ambiente, en el estado de Morelos se llevó a cabo la EXPO Verde 2013 del 5 al 9 de junio, en el Parque Chapultepec de la ciudad de Cuernavaca.

En la exposición, cuya inauguración fue presidida por el Gobernador Constitucional del Estado de Morelos, el IMTA presentó la casa ecológica. Las ecotecnias de la casa, ya aplicadas en Morelos y otras entidades del país, fueron explicadas por el Director General del IMTA, el M. en I. Víctor Bourguett

Ortiz. Como esta casa modelo existen diez en el estado que son, a su vez, espacios de educación y cultura ambiental.

Del 5 al 9 de junio en Cuernavaca

EX Verde
PO Morelos 2013



□ **Congreso IMTA 2013, Seguridad Hídrica**

El 13 y 14 de junio, en el auditorio José Antonio Maza Álvarez, del IMTA, se celebró el Congreso IMTA 2013, Seguridad Hídrica, donde especialistas del Instituto presentaron 32 ponencias sobre los proyectos más representativos del Instituto en la actualidad, en cuanto al tema “Seguridad Hídrica”. Con este evento, se abrió un espacio de comunicación interna en torno a proyectos y líneas de investigación relevantes para la gestión del agua en el país.



□ **Comité Organizador de las Brigadas Quetzalatl**

El IMTA forma parte del Comité Organizador de las Brigadas Quetzalatl, junto con el Instituto de Educación Básica del Estado de Morelos, el Organismo de Cuenca Balsas, la Comisión Estatal de Agua del estado de Morelos, la Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado de Morelos, la Delegación Morelos de la Semarnat y organizaciones de la sociedad civil. El Comité apoya proyectos desarrollados por estudiantes de las Secundarias Técnicas del estado de Morelos. El mes de junio se celebró el XIV Foro Estatal del Agua con la participación de 44 Secundarias Técnicas públicas y privadas, donde se presentaron 24 proyectos en seis mesas de trabajo.

□ **Comité Organizador de la Cumbre Infantil Morelense por el Medio Ambiente (CIMMA)**

El IMTA forma parte del Comité Organizador de la CIMMA, junto con el Educación Básica del Estado de Morelos, la CONAGUA, la Comisión Estatal de Agua del estado de Morelos, la Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado de Morelos, la Semarnat y organizaciones de la sociedad civil. A la fecha, el IMTA ha participado en el proceso de capacitación a trescientos docentes que desarrollan proyectos ambientales en las escuelas primarias estatales. Los temas impartidos fueron: “Ciclo de vida del producto”, “Aprovechamiento de la naturaleza” y “Huellas hídrica, ecológica y de carbono.”

□ **Capacitación a maestros de educación especial**

Se han apoyado procesos de capacitación a maestros de educación especial, organizado por el Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable de la Semarnat, y maestros de educación básica del estado de Querétaro.

□ **Licenciamientos de tecnologías IMTA con Protección Intelectual y Derechos de Autor**

□

BIOTROP, tecnología para el tratamiento de agua residual municipal por medio de biofiltros con materiales de empaque orgánico (residuos maderables de jacaranda y tabachín). Contribuye a aumentar la cobertura de tratamiento de aguas residuales, especialmente en zonas sin drenaje, o donde resulta oneroso instalarlo o en poblaciones dispersas. El desarrollo de la tecnología materia de este licenciamiento ayuda al rescate y saneamiento de cuerpos receptores por medio del tratamiento de aguas residuales municipales. El licenciamiento se otorgó a la empresa TSS Internacional, con sede en Monterrey, Nuevo León.

ICAM-Riego, sistema para mejorar y facilitar la planeación y control de todos los procesos relacionados con la entrega de agua y su uso en las parcelas; genera alternativas económicas y viables para la administración, gestión y operación moderna de los sistemas de riego para potenciar y hacer llegar los beneficios de la tecnificación a los usuarios de riego, constituidos en asociaciones principalmente. Se licenció a la empresa Software Ingeniería Civil Asesores, S. A. de C. V, con sede en el estado de Morelos.

Sistema Electrónico Portátil para Simplificar la Medición de Flujo de Agua en Canal Abierto, tecnología desarrollada en conjunto con el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. En un sistema de medición que se conecta a un molinete y capta la información de pulsos en un cierto tiempo para calcular la velocidad, considerando su ecuación de caracterización. Es un aditamento auxiliar que simplifica la medición del flujo de agua en canal abierto y puede realizar las mediciones de velocidad del flujo en forma dinámica, con una medición más exacta que los métodos convencionales. Se transfirió por medio de un convenio para desarrollo, prueba y escalamiento a nivel industrial de tecnología, así como el otorgamiento del derecho de primera opción de licencia a la Empresa Eclipse, S. A. de C. V. con sede en el Estado de México.

Consolidación de la participación de México en el contexto internacional en materia de agua y de los efectos del cambio climático



México con Responsabilidad Global El Agua, elemento que pone a México como referente en el ámbito

- **Participación del IMTA en el desarrollo del proyecto de actualización de escenarios de cambio climático para México, como parte de los**

productos de la Quinta Comunicación Nacional

Para realizar los proyectos que forman parte de la Quinta Comunicación Nacional, se contó

con recursos del Fondo Mundial para el Medioambiente (GEF, por sus siglas en inglés), de la cual el organismo ejecutor es el INECC, a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

En colaboración con las instituciones que participan en la Red Mexicana de Modelación del Clima, coordinada por el INECC, se llevó a cabo la actualización de escenarios de cambio climático para México. Estas instituciones son el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, el IMTA, el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México y el Servicio Meteorológico Nacional.

Para analizar los posibles impactos del cambio climático en el país, se generó información científica del desempeño de los modelos de circulación general (MCG) a nivel regional, para diagnosticar los fenómenos atmosféricos que afectan el país. En este proyecto, se generó un conjunto de escenarios de cambio climático a partir de la información más reciente de los MCG del experimento CMIP5 (*Proyecto de intercomparación de modelos acoplados*, versión 5), que será considerada en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC, a publicarse en 2014.

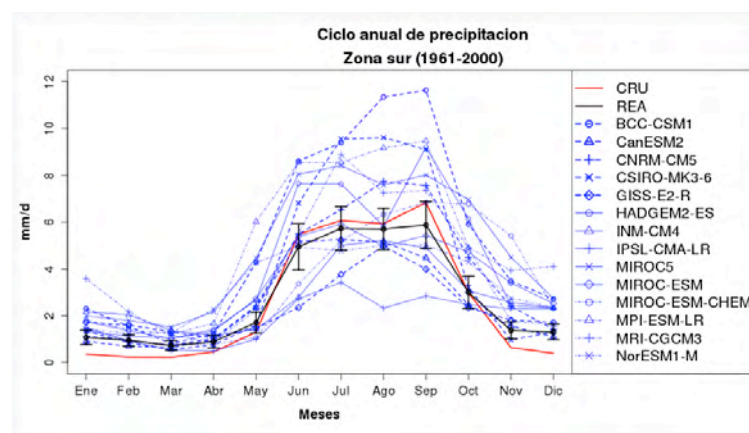
El estudio se aplicó para tres periodos: *histórico* (1961-2000), *futuro cercano* (2015-2039) y *futuro lejano* (2075-2099). Los resultados se muestran en una página web de resultados dinámicos, la cual está bajo revisión y observaciones del INECC, con posibles modificaciones tanto en estructura como en contenido para abrirla al público usuario de diversas áreas del conocimiento y a tomadores de decisiones, diseñadores y ejecutores de programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático.



Página inicial de consulta dinámica de resultados del proyecto.



Ejemplo de consulta dinámica desde la página web de resultados.



Ejemplo de resultado de consulta dinámica del ciclo anual de precipitación para la zona sur de México.

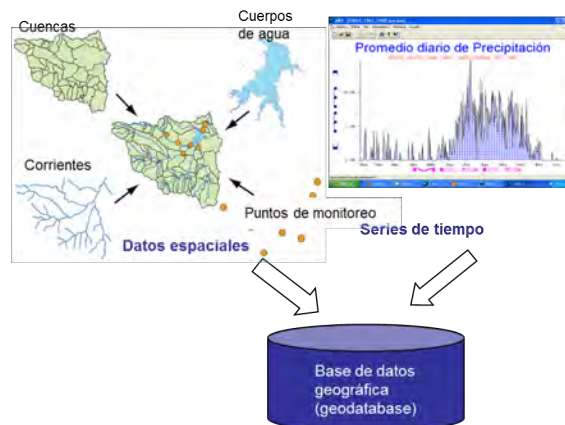
□ **ADAPTACIÓN DE HUMEDALES COSTEROS DEL GOLFO DE MÉXICO, ANTE LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO**

Desde 2007, el Instituto Nacional de Ecología (INECC), con apoyo del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF, por sus siglas en inglés), a través del Banco Mundial (BM) y el apoyo técnico de este último, llevó a cabo diversos estudios técnicos que integraron la fase de preparación del proyecto piloto *Adaptación nacional integrada para fortalecer la capacidad de recuperación de los humedales costeros del Golfo de México al cambio climático*, cuyo

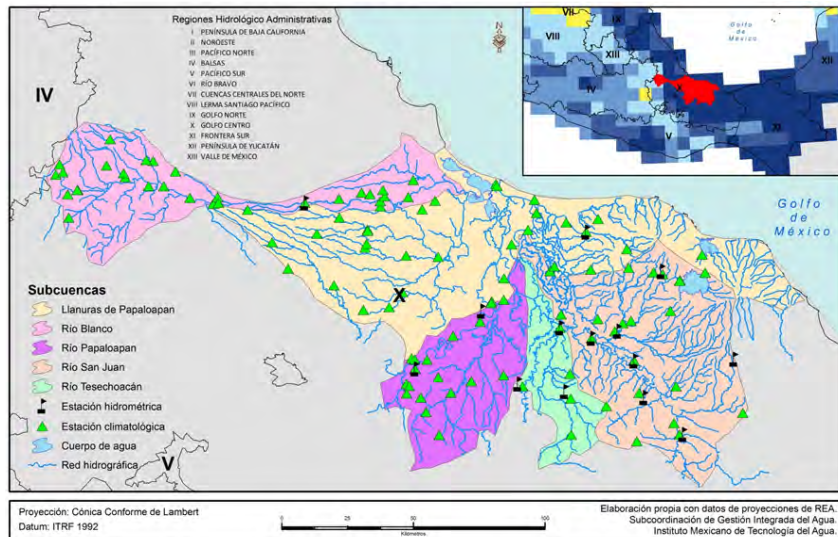
objetivo final consistiría en identificar los humedales costeros más apropiados para la implementación de medidas de adaptación ante el cambio climático.

A partir del 2011, el INECC y el IMTA, mediante un donativo otorgado a México por el GEF al través del BM como agencia implementadora, llevan a cabo el proyecto *Adaptación de humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático (2011-2015)* y, con base en los resultados de la primera fase mencionada en el párrafo anterior, tiene como objetivo principal la implementación de medidas de adaptación ante el cambio climático en cuatro humedales costeros del Golfo de México.

Dentro de los principales avances del proyecto, en particular los desarrollados por el IMTA relacionados con la evaluación del impacto del cambio climático en el escurrimiento superficial en los humedales piloto, se concluyó con la recopilación de información actualizada, tanto geográfica como de registros históricos de climatología e hidrometría, que permitió generar la línea base de información incorporada en una base de datos relacional que hace posible integrar la información espacial y temporal. Otro avance importante es la generación de escenarios climáticos correspondientes a los humedales piloto.



Estructura del modelo de datos para almacenar información espacial y temporal.



Escenario climático en la cuenca del río Papaloapan para 2030, que drena hacia la zona donde se ubica el humedal Laguna de Alvarado.

- **Desarrollo de una plataforma computacional que incluye información geográfica y documental sobre cambio climático en México**

A partir de los escenarios climáticos regionalizados, incluidos en el *Atlas de vulnerabilidad hídrica de México ante el cambio climático*, publicado en el 2010, se generaron mapas georreferenciados de dichos escenarios, mismos que se incorporan dentro un geo-portal que permita identificar, con base en los estudios de vulnerabilidad, los lugares apropiados donde se llevan o podrían llevarse a cabo acciones de adaptación ante el cambio climático, desplegados en un portal de Internet.



Portal de adaptación ante el cambio climático en el sector hídrico.

En este portal, también se han incorporado estudios sobre el Índice de Vulnerabilidad Social, así como otra información relevante georreferenciada que permite conocer la distribución espacial de anomalías de temperatura y precipitación bajo escenarios de cambio climático.



Escenario climático de la temperatura máxima para el periodo 2071-2098.

□ **Programa Hidrológico Internacional (PHI)**

El PHI de la UNESCO es un programa intergubernamental a largo plazo y concebido en fases sucesivas, centrado en los aspectos científicos y educativos de la hidrología y de la gestión de los recursos hídricos, que impulsa diversos programas generales para el avance de la hidrología en el mundo. Uno de sus apoyos son los comités nacionales en cada país.

En 2013, el Comité Nacional Mexicano para el PHI (Conamexphi) celebró su X Reunión en las instalaciones del Instituto, donde se acreditó al M.I. Víctor Bourguett Ortiz, Director General del IMTA, como presidente del Conamexphi.

De igual manera, en dicha reunión se dio la bienvenida a nuevos los coordinadores en los programas IFI, de Ecohidrología, Help-Cuencas, y de Agua y Educación; se hicieron presentaciones de avance de trabajos realizados durante 2012, así como de las propuestas de trabajo 2013 de cada uno de los programas globales y grupos de trabajo que integran el Conamexphi. Se recomendó buscar un mayor alineamiento de los trabajos del comité con las áreas temáticas focales de la VIII fase del PHI, que inicia en 2014.



X Reunión del Conamexphi, en el IMTA.

□ **VIVACE**

El proyecto *VIVACE* (acrónimo de *Vital and viable services for natural resource management in Latin America*) ha sido desarrollado de manera conjunta con el Instituto Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo-América Latina (IIED-AL), la Universidad Boku, Austria; el Instituto Nacional del Agua, Argentina, y la Fundación Lettinga, Holanda, para construir tecnologías apropiadas orientadas a resolver el déficit de agua potable, saneamiento y reúso de los residuos sólidos orgánicos.

Actualmente, se desarrolla diseminación de los resultados del proyecto, para lo cual se preparan dos ponencias que serán presentadas en foros internacionales. De igual forma, también se ha seleccionado información de los diferentes entregables para que forme parte de la página web del proyecto.

8 PREMIOS Y DISTINCIONES

- En el marco de la conmemoración del Día Mundial de la Propiedad Intelectual, el IMTA fue distinguido con el Reconocimiento Creatividad-La Nueva Generación, por parte del Instituto Mexicano de Propiedad Intelectual, por la destacada labor en la generación de patentes.



- El M. en I. Víctor Bourguett Ortiz, Director General, y el Dr. Víctor Hugo Alcocer Yamanaka, Coordinador de Hidráulica, fueron invitados a participar en el Consejo Técnico Consultivo de la Comisión de Agua Potable y Saneamiento de la Cámara de Diputados, LXII Legislatura.

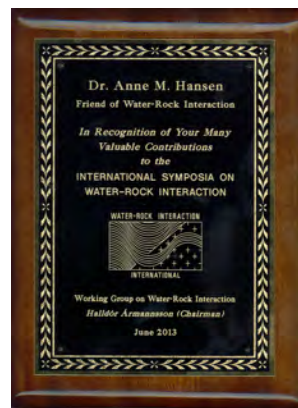


Dr. Víctor Hugo Alcocer Yamanaka, Coordinador de Hidráulica (tercero de derecha a izquierda).



Dip. Kamel Athie Flores (al centro), Presidente de la Comisión de Agua Potable y Saneamiento de la Cámara de Diputados, LXII Legislatura.

- La M. en I. Adriana Cruz Trujillo obtuvo la medalla a la excelencia al mejor promedio de la Primera Generación del Diplomado en línea Dirección de Organismos Operadores de Agua, de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, ONU-Hábitat y la Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento de México.
- El grupo de trabajo sobre Water-Rock Interaction, de la International Association of Geochemistry, otorgó un reconocimiento a la Dra. Anne M. Hansen por su trayectoria como investigadora de la interacción agua-roca. Este reconocimiento se entrega cada tres años a un máximo de cinco investigadores.



-
- El Dr. Rivas Acosta fue seleccionado por el Ministerio de Comercio de China para participar, con una beca, como representante de México en un seminario especializado en el diseño de sistemas de telemetría hidrológica para su aplicación en países en desarrollo, impartido por la Hydrochina Zhongnan Engineering Corporation en Changsha, provincia de Hunan, del 4 de junio al 1º de julio del año en curso.
- Estudiantes del Posgrado en Ingeniería UNAM, Campus Morelos, obtuvieron el primer, segundo y tercer lugar, tanto en maestría como en doctorado, en el Premio Nacional a las mejores tesis que otorga la Asociación Mexicana de Hidráulica.

Maestría
Premio Ing. Oscar Vega Argüelles

	Alumnos premiados	Título de tesis	Director de tesis
1er. lugar	Rodrigo Ulises Santos Téllez Facultad de Ingeniería de la UNAM (Campus Morelos)	<i>Modelación de solutos en redes de distribución de agua potable.</i>	Dr. Víctor Hugo Alcocer Yamanaka
2do. lugar	Gilberto Zetina Domínguez Facultad de Ingeniería de la UNAM (Campus Morelos)	<i>Criterios de diseño de desarenadores a filo de corriente.</i>	Dr. Pedro Antonio Guido Aldana
3er. lugar	Antonio Alcantar García Facultad de Ingeniería de la UNAM (Campus Morelos)	<i>Diseño de una estructura para el aforo y control de niveles en canales.</i>	Dr. Nahún Hamed García Villanueva

Doctorado
Premio Ing. Aurelio Benassini Vizcaíno

	Alumnos premiados	Título de tesis	Directora de tesis
1er. lugar	Hugo Enrique Júnez Ferreira Facultad de Ingeniería de la UNAM (Campus Morelos)	<i>Optimización de redes de monitoreo de la carga hidráulica utilizando métodos geoestadísticos espacio-temporales</i>	Dra. Graciela Herrera Zamarrón
2do. lugar	Jessica Vanessa Briseño Ruiz Facultad de Ingeniería de la UNAM (Campus Morelos)	<i>Método para la calibración de modelos estocásticos de flujo y transporte en aguas subterráneas, para el diseño de redes de monitoreo de calidad del agua</i>	Dra. Graciela Herrera Zamarrón
3er. lugar	Roel Simuta Champo Facultad de Ingeniería de la UNAM (Campus Morelos)	<i>Diseño óptimo de redes de monitoreo de la calidad del agua subterránea con muestreo a diferentes profundidades</i>	Dra. Graciela Herrera Zamarrón



ANEXOS

1 Patentes

Relación de patentes (al primer semestre de 2013)

NUM.	NOMBRE	ESTATUS
1	Banco universal de pruebas para dispositivos domésticos utilizadores de agua y similares.	Título 202202
2	Dispositivo para aireación y circulación de lagos y embalses y método de operación.	Título 273455
3	Banco de pruebas de los elementos que conforman las tomas domiciliarias.	Título 233877
4	Método para el tratamiento de lodos provenientes del tratamiento de agua, recuperación de coagulante y disposición 50% IMTA/SILICATOS.	Título 227928
5	Mezcla cruda para la producción de Clinker de cemento tipo Portland resistente a la corrosión microbiológica.	Título 282541
6	Válvula con cámara de amortiguamiento paralelas para la separación y expulsión de aire en la toma de agua domiciliaria.	Título 237185
7	Sistema de floculación con aire.	Título 250205
8	Formulación de micoherbicida para el control del lirio acuático.	Título 286577
9	Utilización del tabachín y de la jacaranda en biofiltros utilizados en el tratamiento de aguas residuales (copropiedad IMTA/CRIQ).	Título 299532
10	Concentrador solar de paredes planas para la desinfección del agua para consumo humano.	Modelo de utilidad 2662
11	Proceso de tratamiento biológico aerobio de aguas residuales mediante biocinta sumergida e instalación para su realización (BIO-STAR 1).	Título en trámite
12	Método de biofiltración de un efluente líquido.	Título en trámite
13	Estructura para disipación de energía y aireación de corrientes.	Examen de fondo
14	Limitador de gasto para redes de riego a presión.	Examen de fondo

15	Banco de pruebas para válvulas de hidráulica de compuerta y mariposa 2" hasta 12".	Examen de fondo
16	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
17	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
18	Tratamiento de lixiviados de solución nutritiva y su reúso en cultivo de hidroponía.	Examen de fondo
19	Estructura orientadora de flujo de vertederos de excedencia tipo abanico completo.	Examen de fondo
20	Modificación a la tecnología de filtración en múltiples etapas para reúso de agua en la acuicultura, con descarga cero.	Examen de fondo
21	Sistema combinado de biofiltración-humedal para el tratamiento de aguas residuales de viviendas unifamiliares.	Examen de fondo
22	Dispositivo aspensor modificado para riego.	Examen de fondo
23	Remoción de nitrógeno en un reactor biológico por combinación de biomasa sumergida en lecho fijo, y suspensión y modificación del sistema de lodos activados LUDZACK-ETTINGER.	Examen de fondo
24	Reactor biológico para el tratamiento de efluentes contaminados a base de vermifiltración.	Examen de fondo
25	Caudalímetro ultrasónico de nivel.	Examen de fondo
26	Prueba diagnóstica para compuestos inductores de daños biológicos causados por alteraciones en la expresión genética.	Examen de fondo
27	Sistema de calibración para sensores de temperatura (Sicast).	Examen de fondo
28	Biorreactor como planta de tratamiento compacta de aguas residuales municipales con un soporte sintético.	Modelo de utilidad Examen de fondo
29	Sistema electromecánico portátil para simplificar la medición del flujo de agua en canal abierto.	Modelo de utilidad Examen de fondo

30	Mezcla cruda para la elaboración de Clinker y la subsecuente producción de cemento tipo Portland y concreto resistentes al ataque ácido químico directo.	Examen de forma
31	Utilización de bagazo de agave y de cáscara de nuez en biofiltros utilizados para el tratamiento de líquidos residuales.	Examen de forma
32	Estación hidrométrica itinerante, auxiliar en operaciones de aforo con molinete.	Examen de forma
33	Sistema de calibración para sensores de humedad relativa.	Examen de forma
34	Sistema de calibración para pluviómetros (Sicap).	Examen de forma
35	Sistema de calibración para sensores de presión atmosférica (Sicaspat).	Examen de forma

2 VINCULACIÓN CON CENTROS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO Y UNIVERSIDADES (2013)

Proyecto	Institución	Objetivo
Pruebas experimentales para el desarrollo de una tecnología de tratamiento de residuos de granjas porcícolas IMTA-CRIQ (cuarta etapa)	Centre de Recherche Industrielle de Québec.	Cuarta etapa: a) finalizar los trabajos de investigación sobre digestión anaerobia y biofiltración para tratamiento de residuos porcinos; b) proteger el desarrollo tecnológico ante el IMPI; c) asesorar la instalación de un sistema a escala real
Filtración de aguas residuales con contaminantes recalcitrantes para remoción de macronutrientes (tercera etapa).	Universidad Nacional Autónoma de México.	Los temas de estudio son: I. Efecto de la granulometría, la carga orgánica y la velocidad de filtración en la remoción de macronutrientes de agua residual municipal. II. Efecto de la relación C/N y la aireación en la remoción de ambos macronutrientes de agua residual agro-industrial. Objetivos específicos 3ª etapa: a) evaluar experimentalmente el efecto del patrón de aireación sobre la eficiencia de remoción de macronutrientes y la producción de gases de efecto invernadero en efluentes de granja porcina en un tren de tratamiento compuesto por: fosa séptica + filtro anaerobio + biofiltro aerobio; b) escribir dos artículos científicos que serán presentados en congresos especializados por los autores (alumno de posgrado y director de tesis).
Mantenimiento y seguimiento de la vitrina tecnológica BIOTROP, en la Escuela Secundaria No. 2 de Cuernavaca (tercera etapa).	Centre de Recherche Industrielle de Québec (CRIQ)	Realizar actividades de operación y mantenimiento continuo del sistema BIOTROP y del área verde circundante.
Determinación del estado de salud e indicadores biológicos para la evaluación de la recuperación del río Apatlaco.	Instituto Politécnico Nacional.	Evaluación del estado actual de la calidad del agua y sedimentos del río Apatlaco, mediante determinaciones fisicoquímicas.

Sistema de registro de datos climatológicos en el estado de Morelos.	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.	Generar una base de datos climatológicos que orienten en la planeación y toma de decisiones para el fortalecimiento de los sistemas producto del estado de Morelos.
Portafolio de medidas de adaptación al cambio climático en el escurrimiento superficial de las regiones Hidrológico Administrativas de México.	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.	Identificar un conjunto de medidas de adaptación a implementar ante cambio climático, mediante la evaluación del escurrimiento superficial proyectado al 2030 en las cuencas hidrológicas de México, considerando las anomalías de precipitación y temperatura, incluidos en los escenarios climáticos.

3 Catálogo de proyectos en desarrollo durante 2013 (junio)

Servicios de agua adecuados y asequibles para mejorar la calidad de vida de los mexicanos
HC1302.1 Medición de caudales en canales y ríos mediante sistemas ultrasónicos (Doppler y tiempo de travesía).
HC1303.1 Captación y almacenamiento de agua de lluvia comunitarios y desarrollo de tecnologías apropiadas en materia de agua a nivel de vivienda.
HC1304.1 Monitoreo de niveles en cuerpos de agua superficiales, así como de consumos y pérdidas en sistemas urbanos mediante sensores no intrusivos y de contacto directo.
HC1308.1 Indicadores de gestión prioritarios en organismo operadores.
TC1302.1 Gestión de laboratorios de calidad del agua.
TC1305.1 Estudio de tratabilidad y coexposición al arsénico y fluoruros en agua de bebida.
TC1306.1 Mecanismos de transporte de aniones mono y polivalentes en membranas de nano filtración.
TC1307.1 Eliminación de contaminantes orgánicos emergentes, mediante fotocatalisis heterogénea con TiO ₂ , empleando luz solar.
TC1318.1 Evaluación a escala real de prototipos para remoción simultánea de materia orgánica y nitrógeno en aguas residuales.
TC1320.1 Uso del campo magnético y materiales magnéticos como auxiliares en el tratamiento del agua y del agua residual.

TC1322.1 Desarrollo de metodologías y su aplicación para la determinación de cianobacterias y de compuestos emergentes en cuerpos de agua residual y agua potable.
TC1324.1 Herramientas biológicas para el análisis de toxicidad y detección de efectos asociados a contaminantes, en sistemas acuáticos epicontinentales. Aplicación, adaptación y validación de tecnologías (tercera parte).
TC1321.1 Valoración de la potencia biológica de mezclas de estrógenos ambientales, utilizando las vitelogeninas como biomarcadores moleculares inducidas en el pez <i>Danio rerio</i> .
CP0925.4 <i>Vital and Viable Services for Natural Management in Latin America (VIVACE)</i> .
CP1322.3 Verificación de la sostenibilidad de los servicios proporcionados dentro del marco del Prossapys, durante el periodo 2008-2011.
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.
TC0838.7 <i>Investigation of the Impact of Arundo donax in Mexico and Evaluation of Candidate Biological Control Agents</i> .
TC1109.4 Filtración de aguas residuales con contaminantes recalcitrantes para remoción de macronutrientes (tercera etapa).
TC0920.7 Pruebas experimentales para el desarrollo de una tecnología de tratamiento de residuos de granjas porcícolas. IMTA-CRIQ (cuarta etapa).
TC1242.3 Estudio de diagnóstico técnico, legal y financiero para la rehabilitación de las plantas de tratamiento de aguas residuales del Fondo Nacional de Fomento al Turismo.
TC1243.3 Estudio y asesoría técnica para la licitación e instalación de plantas potabilizadoras a pie de pozo, para remoción de arsénico en Torreón, Coahuila (segunda etapa).
TC1326.3 Evaluación de las plantas de tratamiento de aguas residuales Sabritas, Saltillo, Coahuila, y Zapopan, Jalisco.
TC1327.3 Proyectos ejecutivos de tres plantas potabilizadoras para remoción de arsénico en Torreón, Coahuila.
TC1333.3 Diseño y construcción de una planta potabilizadora de campaña.
TC1334.3 Diagnóstico de planeación integral del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Valle de Bravo, Estado de México.
TC1332.3 Análisis de factibilidad del reúso de agua residual tratada con fines de uso y consumo humano (primera parte).
TC1350.3 Diagnóstico técnico y financiero del sistema de saneamiento de Valle de Bravo, Estado de México.
TC1331.3 Caracterización de los esquemas de flujo que siguen los efluentes inyectados en pozos de absorción en las plantas de tratamiento de aguas residuales Saastun-Ja y Gonzalo Guerrero, y diagnóstico de la calidad del agua en los cenotes de la zona de estudio y descargas de aguas residuales de las plantas de tratamiento de la ciudad de Playa del Carmen, Quintana Roo.
TC1231.4 Mejoramiento de las condiciones sanitarias en tres escuelas periurbanas con escasos recursos hídricos y económicos en el Estado de

México.
TC1109.4 Filtración de aguas residuales con contaminantes recalcitrantes para remoción de macronutrientes (segunda etapa).
TC1342.4 Segundo <i>Curso internacional sobre sistemas naturales de tratamiento de aguas y lodos residuales y aprovechamiento</i> (segunda fase).
TH1227.3 Identificación de nuevas fuentes de abastecimiento para la empresa Patrón Spirits México.
TH1218.4 Determinación del estado de salud e indicadores biológicos para la evaluación de la recuperación del río Apatlaco (2012-2013).
RD1218.3 Instrumentación de la medición y operación de la tubería de gasto ecológico del proyecto hidroeléctrico Zongolica.
TH1314.3 Caracterización de los esquemas de flujo que siguen los efluentes inyectados en pozos de absorción en las plantas de tratamiento de aguas residuales Saastun-Ja y Gonzalo Guerrero, Playa del Carmen, Quintana Roo.
HC1240.2 Diagnóstico y proyecto ejecutivo del área comercial de la Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Delicias, Chihuahua.
HC1323.3 Proyecto ejecutivo para las acciones complementarias para el abastecimiento de agua mediante captación de agua de lluvia en Villa Nicolás Zapata, Tlalnepantla, Morelos.
HC1324.3 Diagnóstico para el manejo integral del agua en 13 localidades de los Altos de Morelos.
HC1245.3 Supervisión de las acciones de modernización del área comercial de la Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Chihuahua.
HC1249.3 Diagnóstico simplificado de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado en las cabeceras municipales de Othón P. Blanco, Chetumal; Solidaridad, Playa del Carmen; Cozumel, Cozumel, y Tulum, Tulum.
HC1313.3 Diagnóstico de planeación integral del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Valle de Bravo, Estado de México.
HC1314.3 Estudio simplificado de la situación de la Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Guachochi, Chihuahua.
HC1315.3 Estudio simplificado de la situación de la Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Camargo, Chihuahua.
HC1317.3 Estudio simplificado de la situación de la Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Jiménez, Chihuahua.
HC1325.3 Proyecto ejecutivo para el abastecimiento de agua en Santa Catarina, Tepoztlán, Morelos.
HC1326.3 Proyecto ejecutivo para el abastecimiento de agua en Totolapan, Totolapan, Morelos.
HC1327.3 Proyecto ejecutivo para el abastecimiento de agua en Hueyapan, San Andrés Hueyapan, y Tetela del Volcán, Morelos.
HC1330.3 Estudio simplificado de la situación de la Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Aldama, Chihuahua.
HC1331.3 Diagnóstico técnico y financiero del sistema de saneamiento de Valle de Bravo, Estado de México.

HC1332.3 Supervisión de las acciones de modernización del área comercial de la Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Hidalgo de Parral, Chihuahua.
HC1333.4 Diagnóstico integral de planeación y modelación hidráulica en tres ciudades (Mérida, Campeche y Cancún).
HC1334.6 Modelación y diseño de redes de agua potable con demanda estocástica, integrados con Sistema de Información Geográfica.
HC1335.3 Estudio para la integración de un organismo operador intermunicipal de agua potable en Tequesquitengo, Morelos.
Agua suficiente para garantizar la seguridad alimentaria y convertirla en un elemento que ayude a combatir la pobreza y lograr un México sin hambre
RD1308.1 Adaptación y transferencia de tecnología para medición en pozos de bombeo en zonas agrícolas.
RD1309.1 Validación de tecnología para el uso de aguas residuales en la agricultura.
RD1311.1 Manual de operación y mantenimiento de redes entubadas de riego.
RD1313.1 Utilización eficiente del agua de lluvia, mediante el diseño y trazo hidrológico de terrenos en áreas de precipitación limitada.
RD1314.1 Tecnologías de riego parcelario para reducción de volúmenes de agua e incremento de la productividad del agua.
RD1315.1 Tecnología de agricultura urbana para producción de alimentos.
RD1220.3 Actualización del plan director para la modernización integral del módulo de riego I Valle de Banderas, II margen izquierda del río Santiago, III margen derecha del río Santiago y IV margen derecha del río San Pedro del Distrito de Riego 043, Estado de Nayarit.
RD1229.3 Plan de acciones para el uso sustentable del agua de riego y el incremento de la productividad del módulo.
RD1232.3 Desarrollo y transferencia de tecnología propia para la operación del módulo Santa Rosa del Distrito de Riego 075, Valle del Fuerte, Sinaloa.
RD1237.3 Estudio de factibilidad técnica y económica del canal Nayarit.
RD1238.3 Desarrollo de un portafolio priorizado de medidas de adaptación públicas, identificadas para el sector agrícola.
RD1241.3 Elaboración del plan de manejo para la protección y rehabilitación en forma sustentable de los principales manantiales de la cuenca del río Mololoa y caracterización del medio biofísico de la cuenca propia de la laguna de Santa María del Oro.
RD1320.3 Revisión agronómica, hidráulica y electromecánica de 15 pozos para riego e integración de un proyecto ejecutivo de un sistema de riego presurizado en 520 hectáreas con, al menos un cultivo, en terrenos de uso común del ejido Los Divorciados, municipio de Bacalar, Quintana Roo.
El agua en México como uno de los motores que impulse sostenidamente el desarrollo económico y social
CP1302.1 Aplicación de tecnologías de información y comunicación.
CP1303.1 Actividades de la Cátedra UNESCO-IMTA, <i>El Agua en la Sociedad del Conocimiento</i> , en 2013.

CP1304.1 Producción audiovisual.
CP1305.1 Revista de divulgación <i>Agua Simple</i> .
CP1309.1 Edición de la revista <i>Tecnología y Ciencias del Agua</i> .
CP1312.1 Mantenimiento del repositorio institucional del IMTA.
CP1314.1 Facilidades y barreras sociales para el ejercicio del derecho humano al agua en México.
CP1315.1 Metodología de evaluación de tecnologías apropiadas.
DP1310.1 Programas del Posgrado IMTA.
DP1313.1 Programa de Educación Continua Presencial y a Distancia del IMTA.
DP1320.1 Producción e impresión de material didáctico y libros de divulgación para educación ambiental y cultura del agua, y generación de una metodología de evaluación del impacto de los procesos de educación y cultura del agua.
DP1330.1 Certificación de competencia laboral en el sector agua.
DP1340.1 Precio de agua.
HC1306.1 Posgrado conjunto IMTA-UNAM.
RD1307.1 Validación del uso de energía renovable para su aplicación en el subsector agrícola.
RD1312.1 Evaluación de impactos ambientales de tecnologías conservacionistas, utilizando el método de cuencas pareadas.
TC1304.1 Modelación hidráulica y de transferencia de masa de reactores de electrocoagulación.
TC1308.1 Operación y mantenimiento del sistema acuícola con reúso de agua residual tratada y descarga cero.
TC1309.1 Desarrollo de una tecnología de tratamiento para aguas residuales de la industria tequilera.
TC1314.1 Generación de energía eléctrica, a partir del tratamiento de aguas residuales por medio de bioceldas.
TC1041.5 Recuperación de purgas provenientes de torres de enfriamiento, sistemas de generación de vapor y UDAS, propuesta para Pemex Gas.
TH0534.6 Maestría y doctorado en Hidrometeorología y Meteorología Operativa, del Posgrado en Ciencias del Agua (cuarte etapa de ocho, tercera generación).
DP0520.6 Maestría y doctorado en Gestión Integral del Agua en Cuencas y Acuíferos, del Posgrado en Ciencias y Tecnología del Agua.
DP1343.3 Desarrollo tecnológico, metodología e implementación para la atención de solicitudes de trámite hasta su inscripción en el Registro Público de Derechos de Agua.
DP1322.3 Talleres de actualización y certificación para el personal de los Espacios de Cultura del Agua, y multimedia de una cuenca hidrológica del estado de Durango
DP1234.3 Programa de capacitación con base en estándares de competencia

laboral para la Comisión Municipal de Agua Potable y Saneamiento de Xalapa.
Seguridad hídrica de México y vulnerabilidad de la sociedad y su patrimonio ante el cambio climático
CP1313.1 Estudio sobre vulnerabilidad social y adaptación al cambio climático.
DP1342.1 Analizar la vulnerabilidad y evaluar los costos del cambio climático en organismos operadores de agua potable y alcantarillado (OOAPAS).
HC1307.1 Análisis y diseño numérico y experimental de bocas de tormenta para el desalojo de aguas pluviales.
HC1310.1 Red de Institutos Nacionales Iberoamericanos de Ingeniería e Investigación Hidráulica (RINIHH).
HC1312.1 Obras y sistemas de seguridad en presas y bordos.
RD1310.1 Seguimiento al impacto del cambio climático en el ensalitramiento de los suelos en un módulo de riego.
TC1303.1 Evaluación de diferentes procesos de tratamiento para la remoción de colorantes sintéticos utilizados en la industria textil (segunda parte).
TC1323.1 Estrategia para la aplicación de la Norma de Caudal Ambiental hacia un enfoque adaptativo al cambio climático, así como implementar la NMX-AA-159-SCFI-2012 para su difusión en el área focal de Ecohidrología.
TH1302.1 Sistema de resúmenes estadísticos climáticos de regiones definidas en la república mexicana.
TH1303.1 Predicción de los cambios en las curvas de las frecuencias de inundación, debido al cambio climático.
TH1304.1 Espectroscopía láser aplicada al análisis de isótopos estables de hidrógeno y oxígeno en muestras de agua natural. Su empleo en el acuífero de la Comarca Lagunera y el acuífero profundo del Valle de México.
TH1305.1 Estimación de la reducción del agua subterránea, mediante el uso de satélites.
TH1306.1 Desarrollo de una plataforma computacional que incluya la información sobre medidas de adaptación en el sector hídrico.
TH1307.1 Programa Hidrológico Internacional.
TH1308.1 Estudio de persistencia de la sequía en el norte y centro de México.
TH1309.1 Revisión de seguridad hidrológica de diez presas críticas de México. Diseño de avenidas y capacidad de vertedores.
CP1128.6 Vulnerabilidad social y construcción de capacidades para la adaptación al cambio climático. Una propuesta con enfoque de género en Yucatán.
CE-1101.9 Proyecto de adaptación de humedales costeros del Golfo de México, ante los impactos del cambio climático.
TC1325.3 Integración de la Manifestación de Impacto Ambiental del PH El Pescado, en el río Balsas.
TH1209.7 Participación del IMTA en el desarrollo del proyecto de actualización de escenarios de cambio climático para México, como parte de los productos de la Quinta Comunicación Nacional.

TH1225.4 Sistema de registro de datos climatológicos en el estado de Morelos (2012-2013).
TH1226.4 Capacitación de técnicos en la operación de redes agrometeorológicas e implementación de un protocolo de gestión de calidad (2012-2013).
TH1318.3 Servicios especializados en el desarrollo de herramientas de meteorología operativa
TH1320.3 Servicios de mantenimiento correctivo a la Red de Estaciones Meteorológicas del IMTA.
TH1316.3 Estudio geohidrológico de los acuíferos El Hundido (0506) y La Paila (0509), en el estado de Coahuila.
TH1313.3 Formulación de guía para elaborar programas para afrontar sequías, supervisión de su formulación, capacitación en el uso de la guía, edición técnica de los programas y elaboración de los programas de sequía para los consejos de cuenca del río Bravo y río Balsas.
TH1313.3 Programas de prevención contra contingencias hidráulicas para los 13 organismos de cuenca de la Conagua.
HC1232.4 Sistemas de información para incentivar el cobro-pago del agua.
HC1233.6 Estudio de riesgos de inundaciones en zonas urbanas de la república mexicana.
HC1318.3 Supervisión y proyectos para el mejoramiento de la medición en infraestructura hidroagrícola en obras de toma de presas de almacenamiento, canales y pozos agrícolas, en diversos distritos de riego.
HC1319.3 Proyecto ejecutivo para el mejoramiento de la medición en infraestructura hidroagrícola en obras de toma de presas de almacenamiento, canales y pozos agrícolas, en diversos distritos de riego.
HC1328.4 Coordinación Técnica del Programa para la Recuperación Ambiental de la Península de Yucatán.
HC1393.3 Ingresos propios por servicio de evaluación de medidores.
DP1317.3 Rehabilitación y actualización del manual de costos estimados para proyectos de infraestructura hidráulica.
DP1315.3 Servicio de apoyo a las actividades de hidrometeorología en el Centro Nacional de Previsión del Tiempo, del Servicio Meteorológico Nacional.

www.imta.gob.mx

