



**CIENCIA
Y TECNOLOGÍA**
PARA LA SEGURIDAD HÍDRICA
DE MÉXICO

**INFORME DE RESULTADOS
PRIMER SEMESTRE**

2017

IMTA 2017

INFORME DE RESULTADOS

PRIMER SEMESTRE

CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA LA SEGURIDAD HÍDRICA DE MÉXICO



El agua es crítica para el desarrollo sostenible, incluyendo la integridad del medio ambiente y el alivio de la pobreza y el hambre, y es indispensable para la salud y bienestar humanos.

Naciones Unidas

Índice



Principales Resultados

- | | |
|---|----|
| 1. Investigación, desarrollo tecnológico e innovación | 06 |
| 2. Asesoría y servicios tecnológicos | 28 |
| 3. Formación de recursos humanos | 56 |
| 4. Promoción y difusión del conocimiento | 62 |
| 5. Cooperación técnica internacional | 68 |
| 6. Premios y distinciones | 70 |
| 7. Actividades relevantes | 72 |



Anexos

- | | |
|--|----|
| 1. Patentes | 78 |
| 2. Vinculación con centros de investigación desarrollo tecnológico y universidades | 81 |
| 3. Catálogo de proyectos en desarrollo (junio 2017) | 82 |
| 4. Proyectos (CONACYT) | 92 |





Principales Resultados



1. INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN

• Tecnología para el diseño contra
• socavación en pilas y estribos
• de puente mediante rugosidad
• artificial y diseño hidrodinámico
• **HC1713.1**

La causa más frecuente de falla de puente que cruzan corrientes de agua es la socavación al pie de pilas y estribos que los soportan, conocida como “socavación local”. Dichas fallas se producen, sobre todo, durante las avenidas. Por ello, el diseño de la profundidad de desplante de su cimentación es muy importante para la seguridad de la obra. El costo de alcanzar la profundidad y protección requerida puede reducirse mediante un diseño que considere la causa de la socavación.

6

Los resultados obtenidos hasta ahora son prácticos y aplicables directamente al diseño hidráulico de la subestructura de los puentes situados sobre corrientes naturales y cuerpos de agua.



Resultados principales:

La reducción de riesgo de falla de puentes beneficia a las poblaciones y servicios.

La aplicación de esta tecnología es económicamente muy ventajosa, en comparación con las medidas del estado actual de la técnica, reduciendo incluso el impacto ambiental.

La utilización de este enfoque novedoso, con bases en la mecánica de fluidos e ingeniería hidráulica, da pie a un avance tecnológico con aplicación a corto plazo.



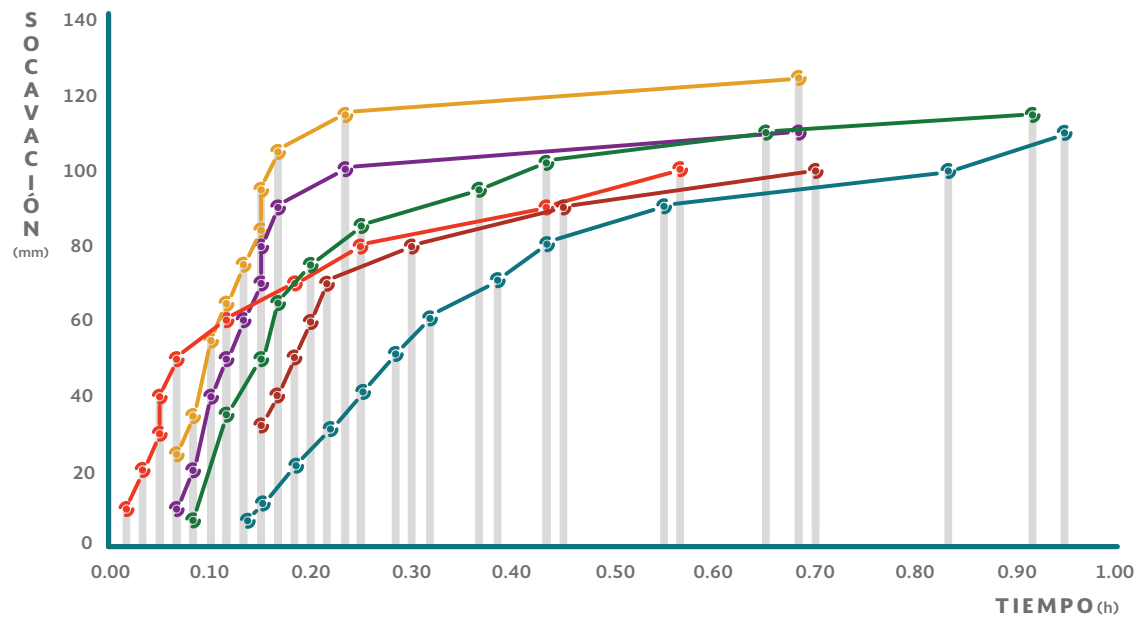
Rugosidades de pilas probadas (lisa, rugosa, rugosidad direccional y anillada).



Canal de prueba con fondo móvil.

Gasto: 25.45 Ips No. Froude 0.28

- Pila Lisa
- Pila direccional rotada 45 grados (M.I) Logarítmica (Pila Lisa)
- Pila direccional rotada 45 grados (M.D.)
- Pila direccional
- Pila Rugosa
- Pila anillada



Resultados obtenidos de las pruebas en el canal de 60 cm de ancho. Las pilas con rugosidad resultaron más eficientes en la reducción de la profundidad de socavación hasta en un 17%, retardando además el tiempo de socavación.



Indicadores de gestión prioritarios en organismos operadores HC-1710.1

Desde 2005, el IMTA evalúa el desempeño de algunos organismos operadores de agua potable (OOAPAS) a fin de identificar y promover acciones para su mejora que les permitan proporcionar un mejor servicio a los usuarios, garantizar su fiabilidad operativa, aumentar su rentabilidad y ayudarles a conservar el recurso agua.

8

Para ello, el Instituto definió inicialmente 15 indicadores de evaluación que durante 2005 fueron aplicados a cincuenta OOAPAS y, para 2016, se contó con la participación de 189, a quienes se aplicó una batería de 29 indicadores de evaluación.

Para el presente año se espera contar con la información de 140 organismos para el cálculo de sus indicadores y así obtener las tendencias, tanto de su evolución particular como de su posición con respecto a los demás. A partir de los indicadores de gestión publicados, cada OOAPAS puede diseñar políticas públicas de cobertura del servicio y realizar acciones de mejora o prevención que en el siguiente ejercicio sean verificables. La información de evaluación del desempeño de organismos operadores se publica periódicamente en la página web: www.pigoo.gob.mx, donde puede ser consultada.

A junio de 2017 se tiene respuesta de 84 organismos. La información proporcionada por estos organismos se encuentra en proceso de análisis.



Resultados principales:

Con los resultados de este proyecto, cada organismo operador puede diseñar políticas públicas de cobertura de servicio y realizar acciones de mejora o prevención que en el siguiente ejercicio sean verificables.

Tanto para el Plan Nacional de Desarrollo, el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y el Programa Nacional Hídrico es importante dar seguimiento a los avances del subsector agua potable y saneamiento, en especial de cobertura de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, objetivo principal del proyecto.



Principales Resultados



Sitio web del Programa (PIGOO).



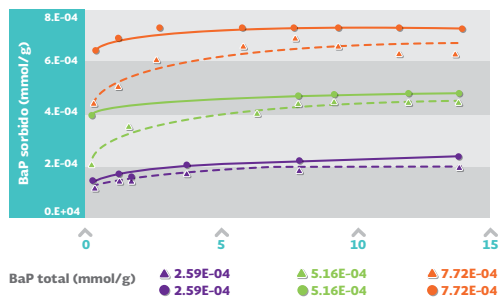
Descarga de indicadores de los OOPAS participantes.



Informe de resultados del programa en 2016



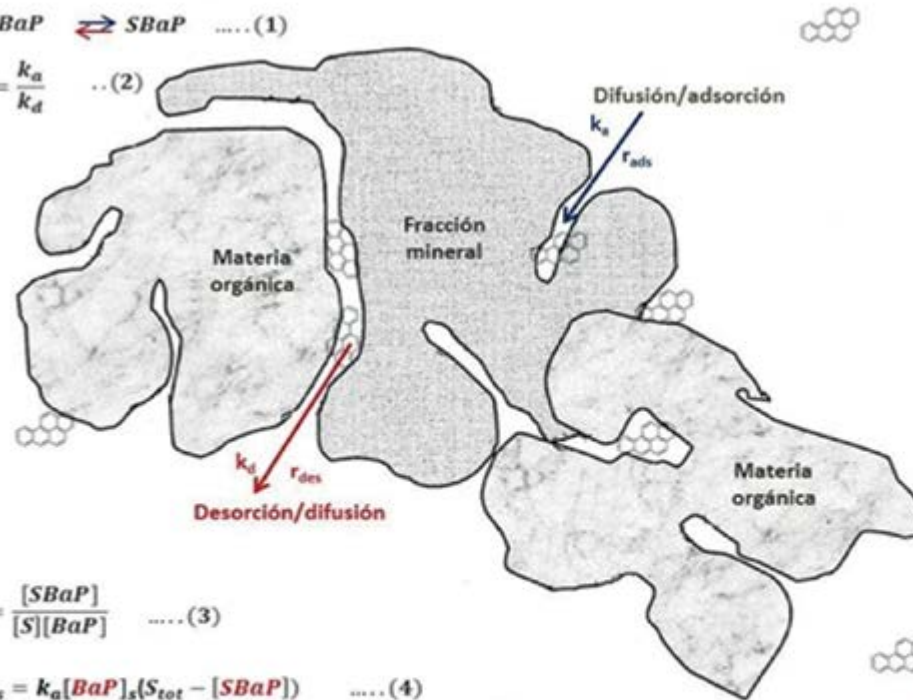
Configuración experimental para evaluar de dinámica de sorción-difusión-biodegradación de un HPA en S&S.



Velocidades de sorción de BaP en S&S.
Submuestra completa: línea sólida; submuestra con materia orgánica disminuida: línea punteada.



$$K_A = \frac{k_a}{k_d} \dots\dots(2)$$



$$K_A = \frac{[SBaP]}{[S][BaP]} \dots\dots(3)$$

$$r_{ads} = k_a[BaP]_s(S_{tot} - [SBaP]) \dots\dots(4)$$

$$r_{des} = k_d[SBaP] \dots\dots(5)$$

$$\frac{d[BaP]}{dt} = -k_mAW \frac{([BaP] - [BaP]_{eq})([BaP]_{tot} + [BaP])[BaP]_{eq} \left(\frac{[SBaP]}{[S][BaP]} \right)}{([BaP]_{tot} - [BaP]_{eq}) + [BaP]_{eq}K_A([BaP] - [BaP]_{eq})}$$

Modelo conceptual de sorción-difusión-degradación de un HPA en S&S.



Impactos socioambientales del cambio climático en las cuencas de los ríos Conchos y Usumacinta **TH1626.6**

Esta investigación busca determinar la posible influencia del cambio climático en las actividades socioeconómicas y ambientales de las cuencas de los ríos Conchos y Usumacinta, la cual se plantea en tres etapas: 1) caracterización climática y socioambiental de las cuencas de los ríos Conchos y Usumacinta, 2) casos de estudio socioambientales e identificación de periodos de la climatología base y de análisis, y 3) análisis para determinar los impactos socioambientales debidos a eventos extremos causados por cambio climático.

12

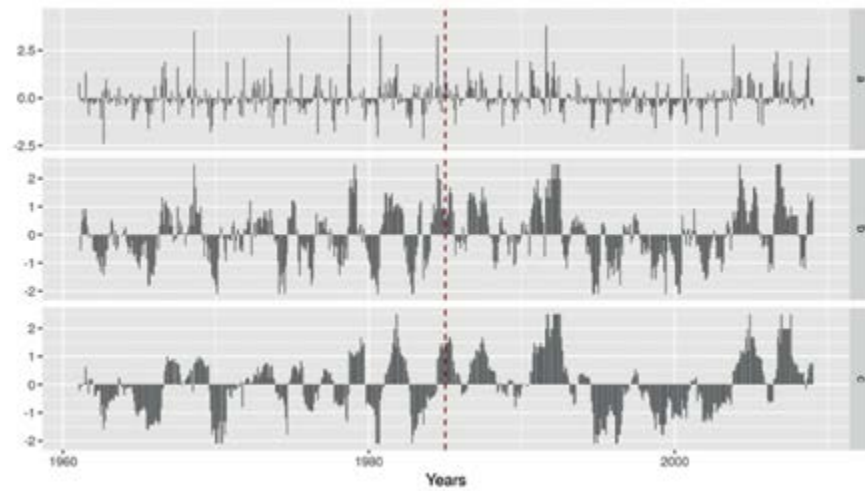
Ya completadas las dos primeras etapas, actualmente se cuenta con la recopilación, análisis de calidad de datos y homogeneización de las dos cuencas de estudio; el análisis preliminar del índice de precipitación estandarizado (SPI), de caudal ecológico y de índices agroclimáticos, y caracterización socioeconómica y percepciones sociales del cambio climático en las dos cuencas.



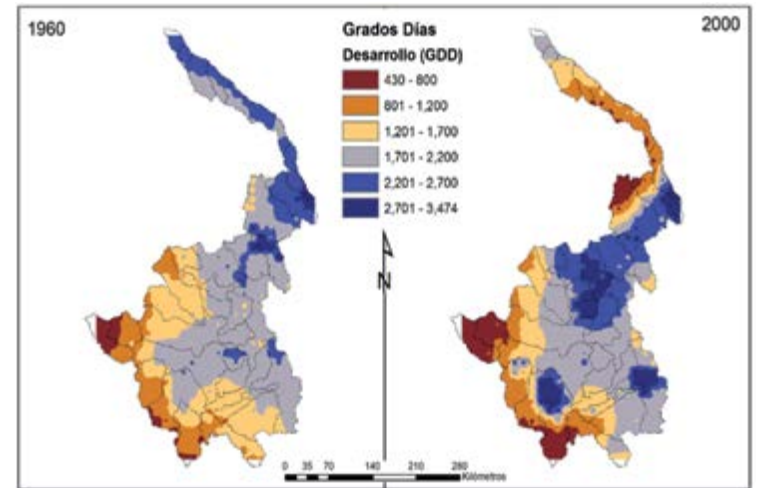
Resultados principales:

Los resultados del análisis y los estudios de impacto son útiles para los potenciales servicios climáticos y ambientales a brindarse en la región, favoreciendo directamente a diversas comunidades en las zonas de estudio.

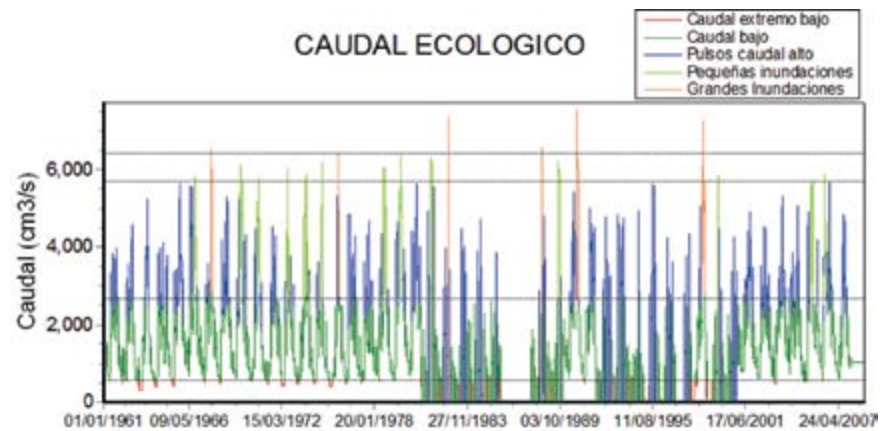
Hay necesidad de una política local de adaptación al cambio climático que considere las condiciones de cada población y sus características sociales y culturales, que identifique y potencialice sus activos, y que contemple su conocimiento del medio y prácticas ancestrales.



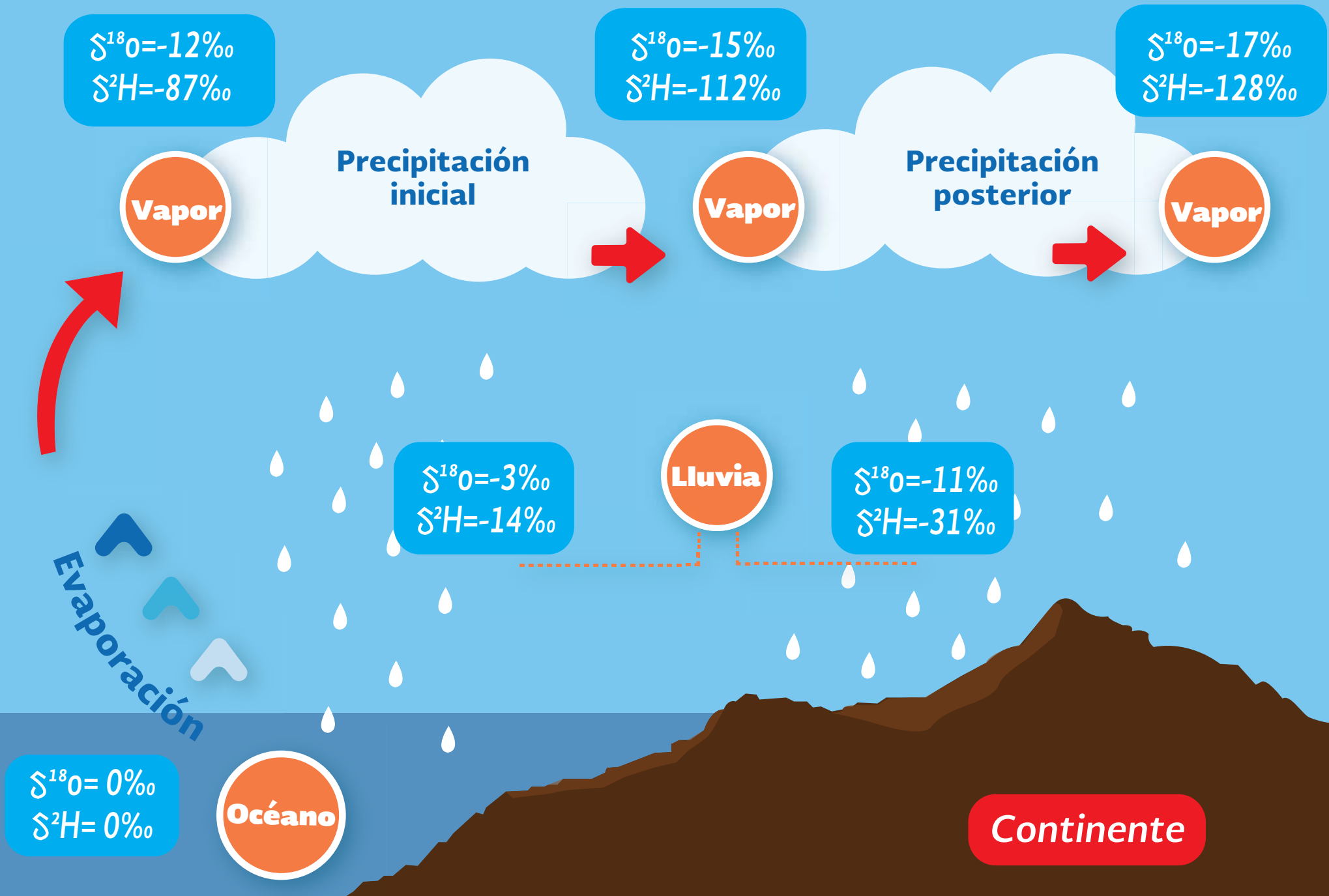
Análisis preliminar de SPI.



Análisis preliminar de índices agroclimáticos.



Análisis preliminar del caudal ecológico.





- *Caracterización de un sistema híbrido*
- *conformado por un stack de celdas*
- *de combustible microbianas-paneles*
- *fotovoltaicos para la producción de electricidad*
- *a través del tratamiento de aguas residuales*
- *y radiación solar*
- **TC1514.6**

El agua residual contiene grandes cantidades de energía renovable en forma de puentes químicos. Recientemente, se ha demostrado que las celdas de combustible microbianas (CCM) pueden ser utilizadas para producir bioenergía (electricidad, metano e hidrógeno) a partir del tratamiento de aguas residuales.

16

Las CCM son sistemas bioelectroquímicos capaces de generar electricidad a partir de la oxidación de la materia orgánica (glucosa, acetato y aguas residuales). Las aguas residuales, ya sean de origen doméstico, municipal o industrial, contienen un rango variado de materia orgánica biodegradable que puede ser aprovechada por los microorganismos como fuente de carbono y así generar energía eléctrica, además de reducir el grado de contaminación de un agua residual. De esta manera, la extracción de bioenergía puede ser obtenida a través del tratamiento biológico de las aguas residuales, permitiendo un proceso de tratamiento más rentable.

Actualmente, se hacen estudios para determinar los fenómenos bioelectroquímicos que ocurren en el interior de los sistemas utilizando espectroscopia de impedancia electroquímica, voltamperometría cíclica y voltamperometría de barrido lineal.

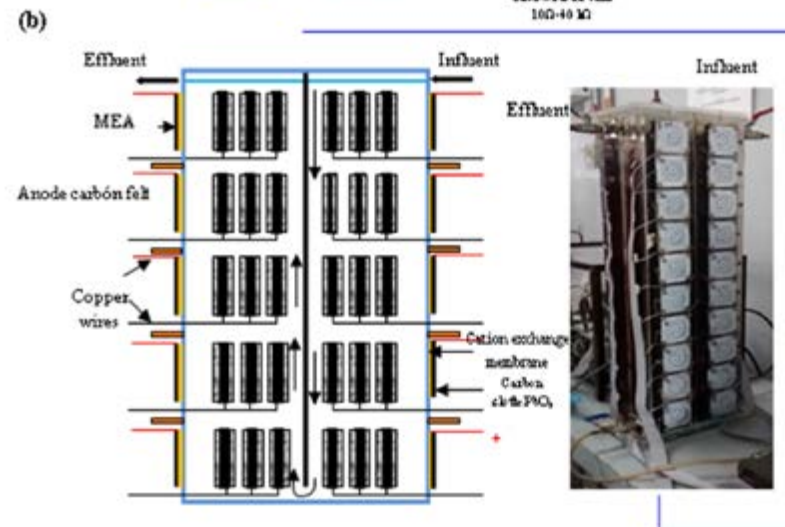
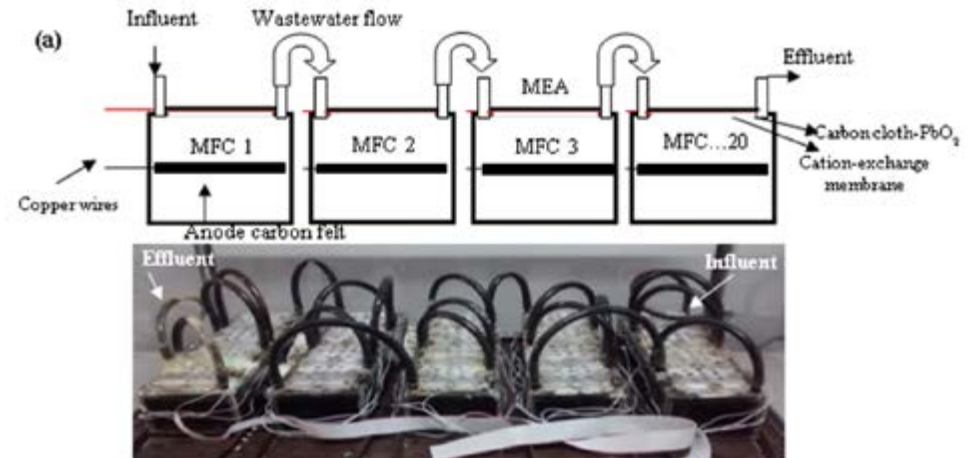
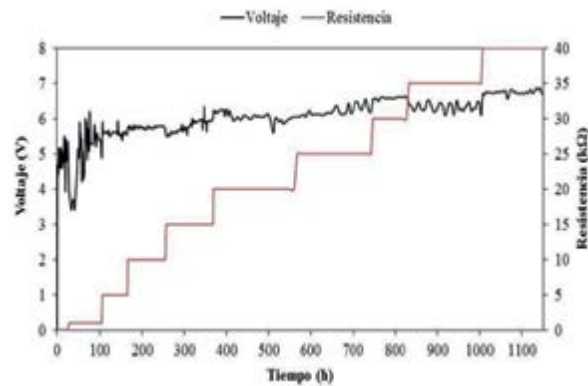
Asimismo, se generó un árbol filogenético que muestra todas las especies bacterianas desarrolladas sobre los electrodos de las CCM y se determinó que en las diferentes conexiones existen cambios significativos, tanto en la eliminación de contaminantes como en el desarrollo de diferentes comunidades bacterianas.



Resultados principales:

Hasta la fecha, los resultados obtenidos demuestran que esta tecnología puede ser una alternativa de tratamiento de aguas residuales viable que genera, simultáneamente, electricidad.

Como producto de este estudio, se tramitó una solicitud de patente ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.





• *Producción agrícola en distritos de riego bajo condiciones de ensalitramiento y escasez de agua de riego, propiciados por el calentamiento global*
• **RD1707.1**

Para disminuir el impacto del calentamiento global en el ensalitramiento de suelos ubicados en partes bajas del Distrito de Riego 038 río Mayo, Sonora, en el periodo 2014-2015 se instaló una parcela piloto de drenaje con energía eólica. Hasta antes del inicio del bombeo con un aerogenerador, se encontró que los niveles de salinidad en el lapso marzo-octubre de 2014 tuvieron un valor de 11 dS m⁻¹. Pero a partir de noviembre del mismo año, coincidente con el inicio de operaciones del aerogenerador, los valores medios de salinidad disminuyeron hasta un nivel de 5 dS m⁻¹; la reducción fue equivalente al 55%. Estos resultados mostraron que el nivel de salinidad está disminuyendo por efecto del bombeo del agua freática, misma que contiene altas concentraciones de sales.

Con base en observaciones, se determinó una disminución del contenido de salinidad en la parcela piloto, por efecto del bombeo del drenaje. Por lo tanto, se evaluó un incremento en la calidad productiva de los suelos. Igualmente, con base en los resultados obtenidos al evaluar la producción de trigo, se registró un incremento del 51% en comparación con el trigo producido en el ciclo agrícola 2014-2015. El incremento se relaciona con la desalinización de los suelos, misma que se lleva a cabo por medio del bombeo del drenaje parcelario con un aerogenerador.



Resultados principales:

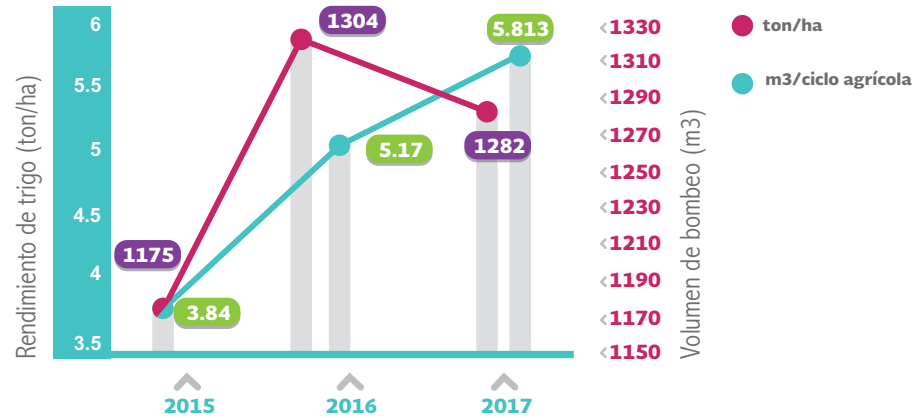
Con drenaje subsuperficial y bombeo del drenaje con un aerogenerador es factible incrementar el rendimiento de trigo en suelos afectados por salinidad y drenaje, y posibilitan la rehabilitación de suelos ensalitrados en parcelas localizadas por debajo de la cota 5 m sobre el nivel del mar.

La energía eólica aplicada en el bombeo del drenaje parcelario contribuye a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero, causantes del calentamiento global.

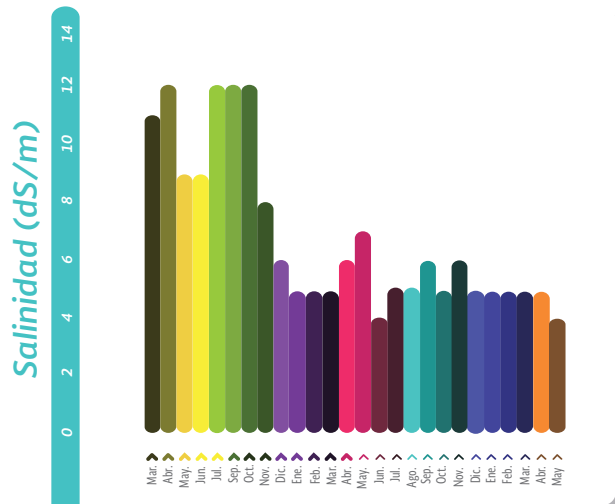


Principales Resultados

Relación entre el volumen de bombeo del drenaje parcelario en el rendimiento de trigo en una parcela piloto ubicada en el Módulo de Riego 06



Variación de la salinidad en parcela piloto de drenaje parcelario y bombeo del drenaje con energía eólica periodo marzo 2014-mayo de 2017



Incremento del rendimiento de trigo por efecto del bombeo del drenaje y reducción del nivel de sales en el suelo.

Disminución de la salinidad del suelo por efecto del bombeo del drenaje.



Muestreo de planta para evaluar rendimiento y muestreo de suelo para analizar la salinidad.




• *Inventario nacional de corrientes marinas, mareas y procesos asociados, y su variabilidad bajo distintas condiciones ambientales*
 • **DP1623.6**

La generación de energía a partir de sistemas convencionales, aunada a su consumo desmedido, forma parte de la grave contaminación del agua, suelo y medio ambiente. La sobreexplotación y el uso de los combustibles fósiles han provocado serios daños a los ecosistemas. Esto ha ocasionado, en el ámbito internacional, una fuerte tendencia por encontrar fuentes alternas de energías renovables. En este sentido, el IMTA generará un inventario nacional de corrientes marinas y mareas para México, el cual será empleado para determinar las áreas potenciales de explotación para obtener energía renovable.

20

En este semestre, se ha finalizado una revisión bibliográfica del estado del arte de la explotación de los océanos para la obtención de energía en todo el mundo, así como de los dispositivos propuestos y empleados para ello.



 **Resultados principales:**

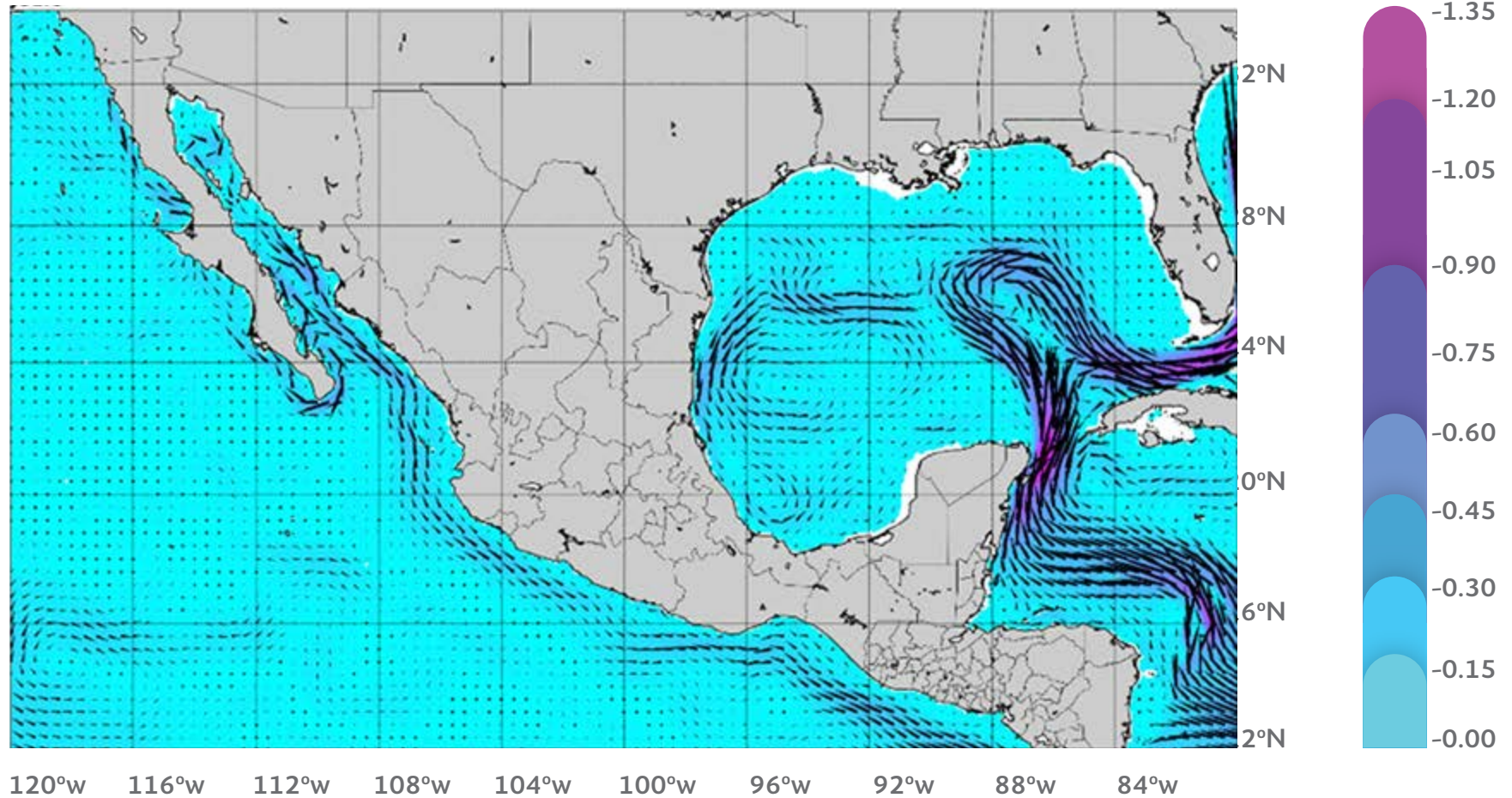
El proyecto forma parte de las acciones federales para lograr una participación mínima de energías limpias en la generación de energía eléctrica del 25% para el año 2018, 30% para 2021 y 35% para 2024, como señala la Ley para la Transición Energética.



Dos dispositivos empleados para el aprovechamiento de las corrientes por marea.



JULIO



Climatología mensual para julio (veinte años). Se observa la intensificación de la corriente de Lazo en la península de Yucatán, sitio potencial de explotación de corrientes de baja frecuencia.



• *Catálogo de medidas de adaptación
y mitigación por Región Hidrológico-
Administrativa para enfrentar
el cambio climático en México*
• **DP1711.1**

Los efectos del cambio climático se hacen cada día más evidentes. Provocan daños permanentes en las infraestructuras y la salud de las personas; afectan la producción de alimentos y bienes de consumo.

En este contexto, para las regiones hidrológico-administrativas VI Río Bravo y XII Península de Yucatán se han revisado aspectos ambientales, económicos, sociales y diagnóstico de la situación actual (problemática relevante), se han identificado los retos en materia de cambio climático y algunas medidas de mitigación y/o adaptación, y se propuso un ficha técnica para organizar la información de cada medida.



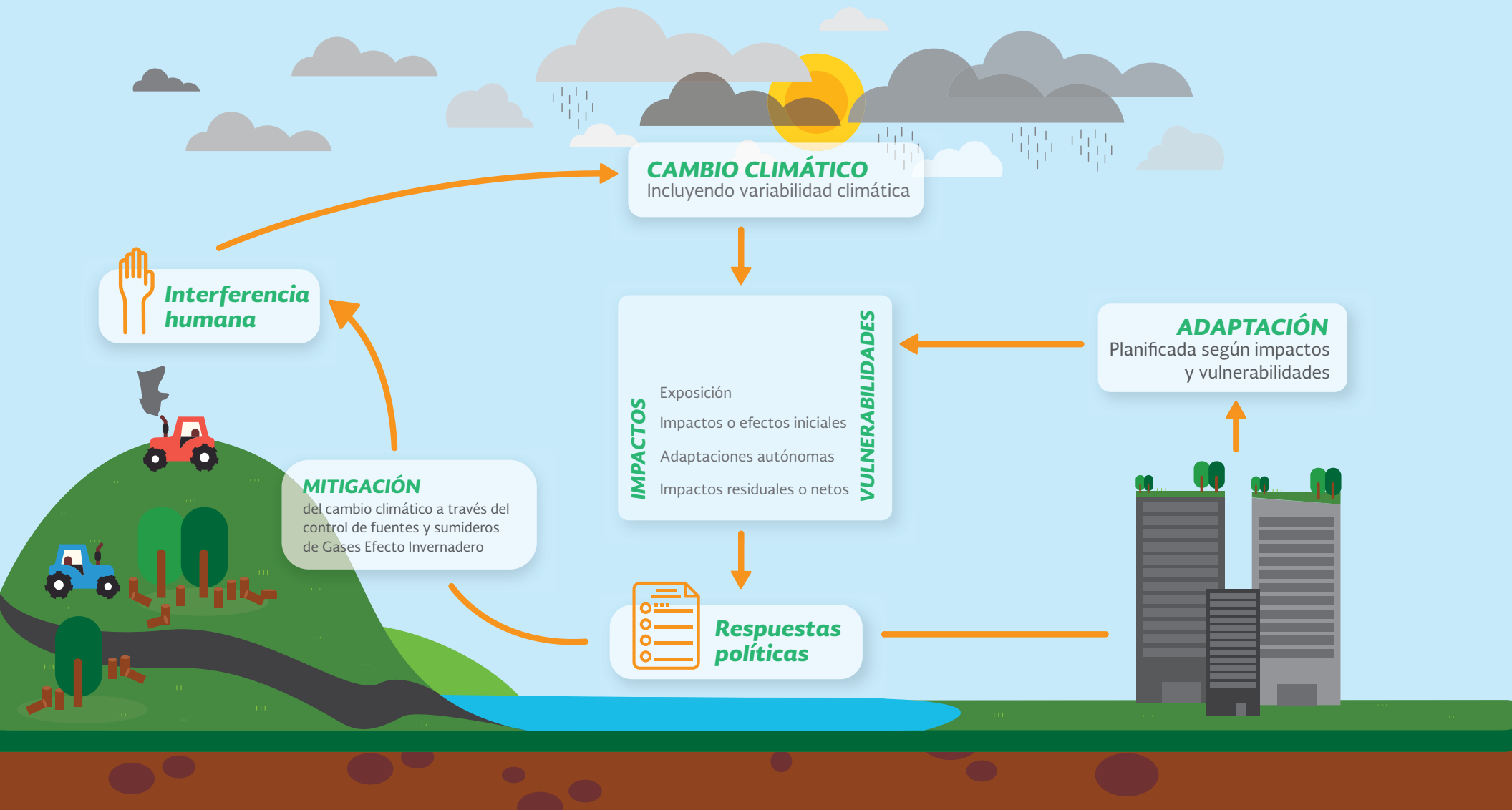
Resultados principales:

Incremento de la resiliencia social, la protección de poblaciones vulnerables y el empoderamiento social.

Aumenta la productividad, la economía se diversifica y genera empleos.

Mayor resiliencia ambiental, reducción de riesgos y presión sobre el ambiente, y se conservan las fuentes de agua y la diversidad biológica.

Se generan propuestas de nuevas estrategias amigables con el medio ambiente para hacer un uso eficiente de los recursos hídricos.





IMTA Verde HC1712.1

En 2017 se desarrolla la tercera etapa del proyecto, dando continuidad a los trabajos realizados para promover acciones encaminadas a la seguridad hídrica dentro de las instalaciones del Instituto.

En este primer semestre se efectúan dos proyectos ejecutivos: 1) nueva red de alcantarillado sanitario que permita una adecuada recolección del agua residual y su potencial uso una vez tratada, y 2) red de drenaje pluvial con los datos de las condiciones actuales, proponiendo la infraestructura necesaria para captar, conducir y almacenar los escurrimientos pluviales, considerando la infraestructura existente y las redes de agua potable y alcantarillado sanitario.

Entre las actividades más destacadas puede mencionarse la inspección visual por medio de equipo robótico para establecer las condiciones actuales de la red de alcantarillado sanitario. A través de estas inspecciones fue posible establecer las condiciones de deterioro de esta red y se hicieron recomendaciones para mitigar la problemática. También, se realizó el diseño de la red de alcantarillado sanitario con ayuda de un modelo de simulación matemático.

En cuanto al escurrimiento pluvial de la cuenca de aporte al IMTA y su comportamiento, considerando la infraestructura actual de drenaje pluvial, se generó un modelo de simulación matemático unidimensional para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años.



Resultados principales:

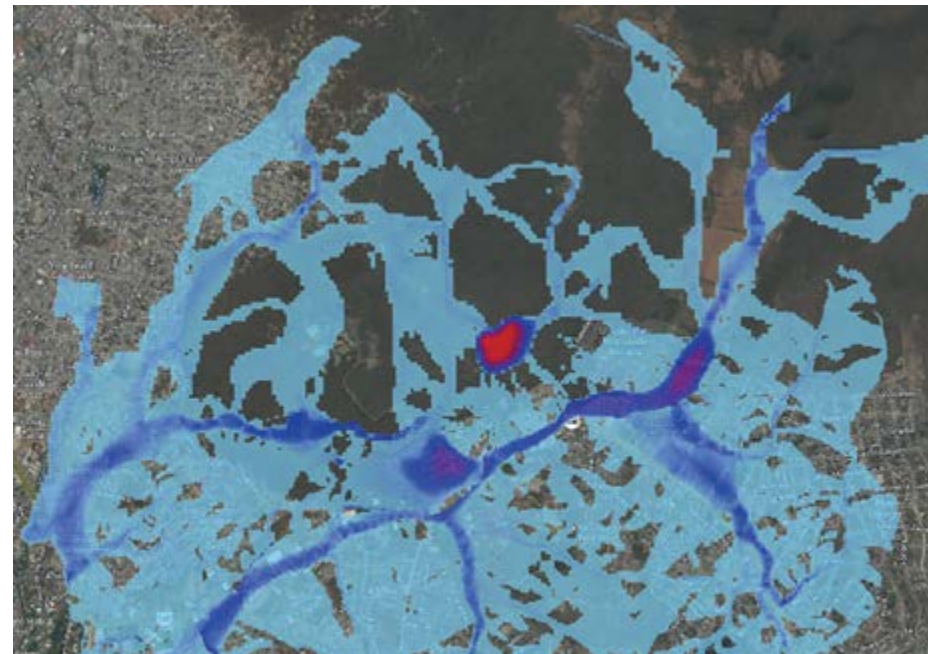
Mejoría en la captación y tratamiento de agua residual producida dentro del IMTA y disminución de consumo de energía eléctrica por concepto de servicios de agua potable y riego.



Registro de datos de flujo.



Inspección con equipo robótico.



Simulación de inundación máxima para un Tr de 100 años.





SMART IMTA TH1717.1

El concepto “Ciudad inteligente” o *Smart City* hace referencia a un desarrollo urbano basado en la sostenibilidad, capaz de responder adecuadamente a las necesidades fundamentales de instituciones, empresas y personas. Las ciudades inteligentes tienen una amplia gama de aplicación sustentada en el uso intenso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC).

26

El proyecto *SMART IMTA* tiene la finalidad de integrar información sobre aspectos relevantes propios del entorno del IMTA (monitoreo de la calidad del agua del pozo, análisis de la calidad de la planta de tratamiento de aguas residuales), o bien, derivada de proyectos sustentables, como es el caso de IMTA Verde. Así, se busca aunar en una sola aplicación toda la información generada en el IMTA y hacerla disponible mediante los dispositivos móviles *SMART IMTA*.

A la fecha, se tiene avance en la integración de las diferentes fuentes de información, el diseño conceptual de los componentes y actores que participan en el desarrollo de la aplicación móvil, la creación de base de datos en el servidor y el servicio web para consultar los datos de forma ágil y segura, y el desarrollo inicial del prototipo para plataforma *Android*.



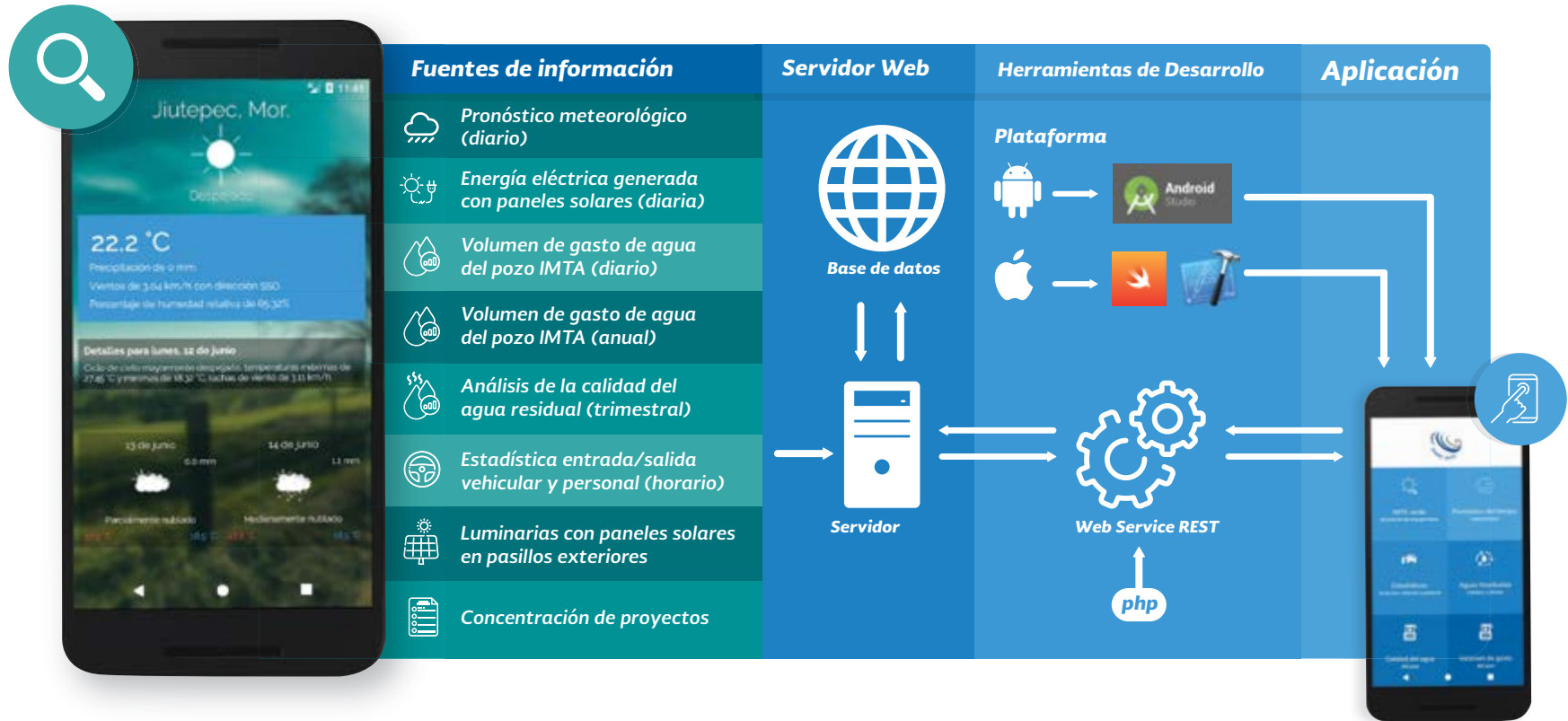
Resultados principales:

La aplicación SMART IMTA moderniza al Instituto mediante el aprovechamiento de las TIC, al integrar información derivada de diferentes iniciativas institucionales.

SMART IMTA proporciona información relevante sobre los usos sostenibles del agua y electricidad, así como servicios y datos estadísticos dirigidos a directivos, trabajadores y visitantes al Instituto, por medio de una aplicación para dispositivos móviles al alcance de los usuarios.



Principales Resultados





2. ASESORÍA Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS

TRABAJOS EN COLABORACIÓN CON LA UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION

- *Assessment of Water Pollution*
- *Indicators and Reinforcement of Water*
- *Quality Monitoring Mechanisms in the*
- *Gulf of Mexico*
- **TC 1720.4**

El proyecto tiene una duración de cinco años y se dirige a facilitar la implementación de las acciones derivadas del Análisis de Diagnóstico Transfronterizo (TDA-2011) y del Plan de Acción Estratégico (SAP-2013) para la gestión integrada del *Gulf of Mexico Large Marine Ecosystem (GoM-LME)*.

En él participan instituciones y dependencias de tres países y considera el enfoque de manejo sostenible basado en ecosistemas, coordinado e integrado para atender las preocupaciones transfronterizas de los países que bordean el Golfo de México.

Hasta el momento, se han diseñado acciones para proteger y conservar el *GoM-LME*, a fin de abordar los tres principales desafíos identificados en el SAP-2013: controlar y reducir la contaminación, recuperar los recursos marinos vivos (LMR) y rehabilitar los ecosistemas marinos y costeros.

La zona de estudio incluye las cuencas de los ríos Pánuco, Papaloapan, Coatzacoalcos y Grijalva-Usumacinta, que presentan el mayor impacto.

También, se realiza el análisis espacial de las cuatro cuencas para identificar las descargas de agua residual a los ríos principales, así como la ubicación de las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales e industriales, con objeto de seleccionar las más significativas en aporte de carga contaminante.

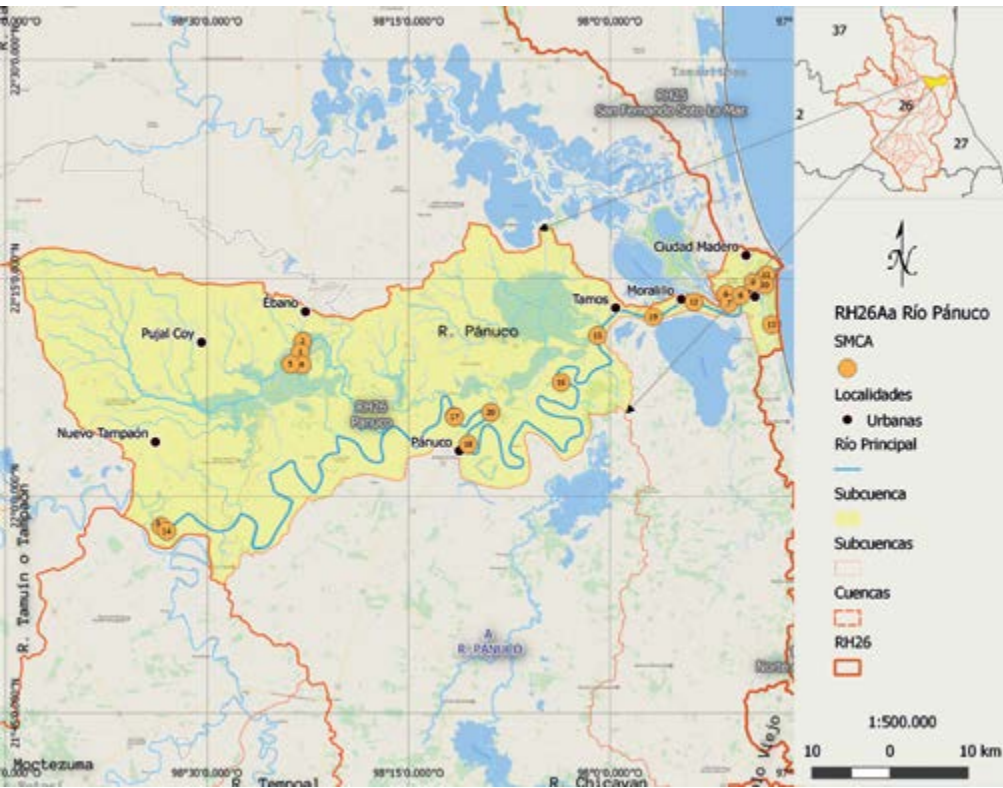
En reunión con participantes de United Nations Industrial Development Organization, la Conagua y el Centro Mexicano para la Producción Más Limpia, y con base en la información que a la fecha se tiene sobre la calidad del agua, se acordó iniciar los trabajos en la cuenca baja del río Coatzacoalcos.



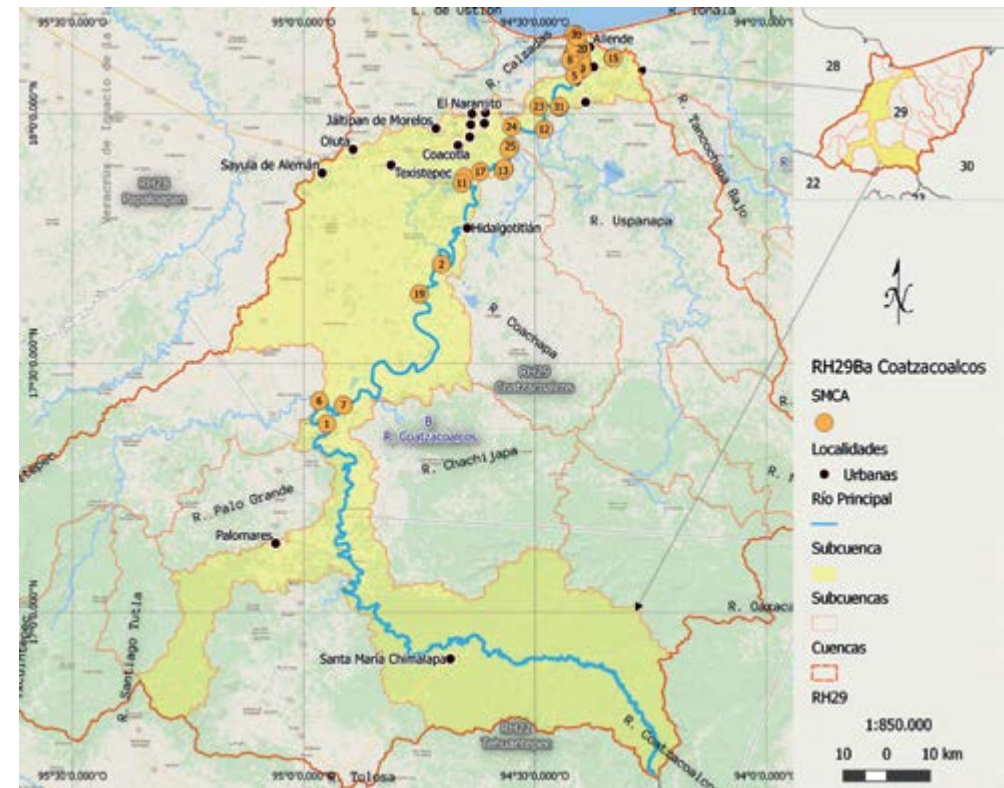
Resultados principales:

Con la disminución de cargas contaminantes al Golfo de México, se recuperarán y preservarán los ecosistemas marinos y costeros.

Por la recuperación de los recursos marinos vivos, mejorará la economía.



Cuenca del río Pánuco.



Cuenca del río Coatzacoalcos.





TRABAJOS EN COLABORACIÓN CON LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

- Soporte técnico y científico para la
- formulación del Programa Nacional
- Hídrico
- **TH1710.1**

Para alcanzar el objetivo de “Lograr la seguridad y la sustentabilidad hídrica de México”, indicado en el Programa Nacional Hídrico 2014-2018, es necesaria una planeación integral de los recursos hídricos. Así, se diseña un modelo que determine la oferta sustentable y la demanda de todos los sectores, tanto actuales como prospectivos, para evaluar el comportamiento de la brecha hídrica y disminuirla o cerrarla mediante un conjunto de medidas que aumenten la eficiencia del uso del agua, así como, en su caso, el incremento de la oferta.

30

Para ello, se definirán el cálculo de la oferta sustentable de cuencas y acuíferos, considerando la disponibilidad de agua, la lógica de cálculo de la demanda para cada sector, y se estimará la brecha hídrica actual y al año 2024. La unidad de planeación será la cuenca.



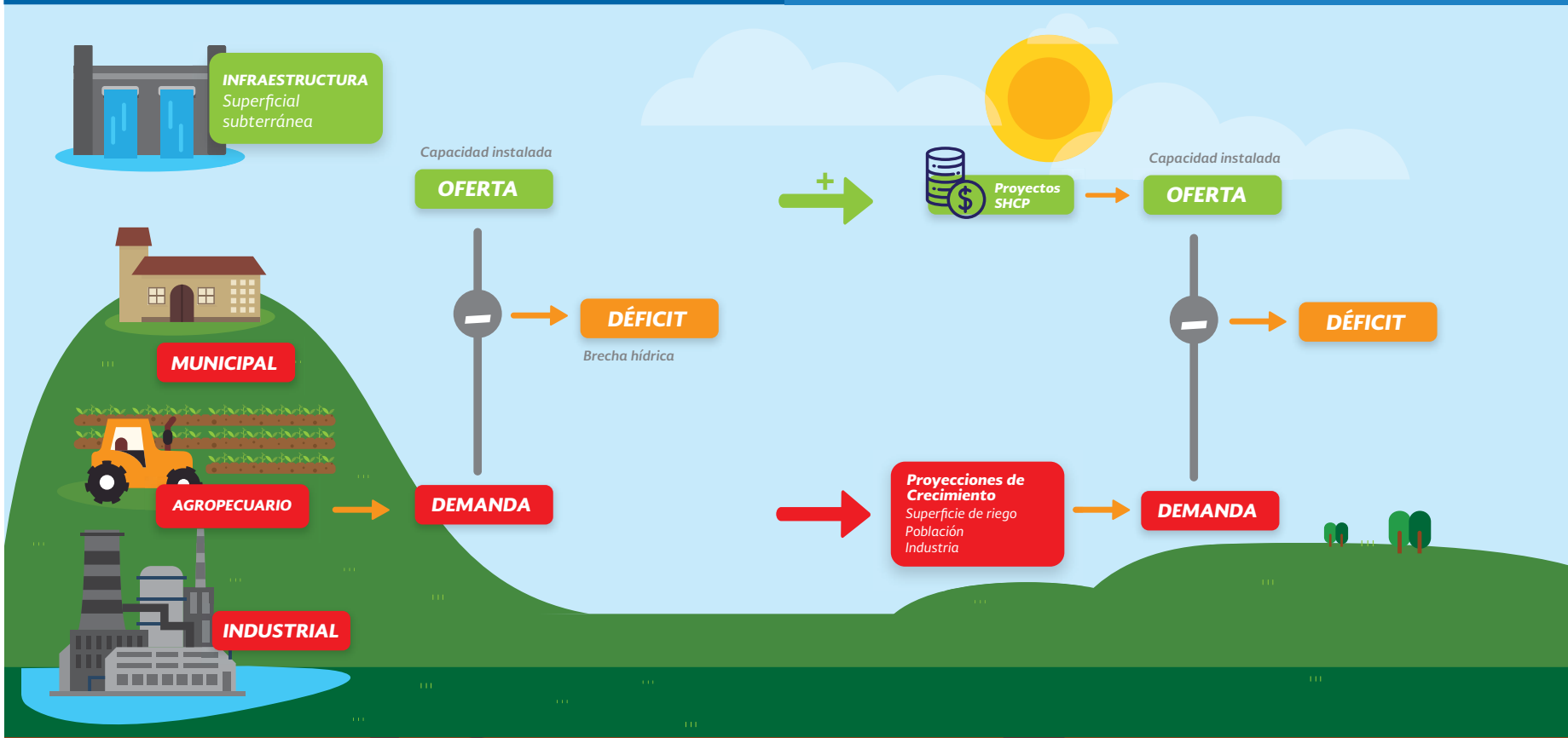
Resultados principales:

Se contará con un modelo para la formulación de escenarios de políticas de gestión de los recursos hídricos en cuencas hidrográficas con una visión de mediano y largo plazos.

El modelo tendrá impactos ambientales en la sustentabilidad hídrica del país, a través de la implementación de medidas para reducir o desaparecer la brecha hídrica; el impacto social se medirá con la garantía del abastecimiento de agua a cada sector, y el impacto económico se determinará con los costos de las medidas optimizadas.

Diagnóstico de la situación actual

Prospectiva 2030



MEDIDAS

- Municipal
- Agropecuario
- Industrial
- Oferta

Volumen de aportación a la brecha (hm³)

Costo marginal (\$/m³)

PRINCIPALES VARIABLES

- Número de viviendas
- Población
- Superficies de riego
- % de penetración a la medida
- % esperado de ahorro de agua
- Eficiencias

- Tasa de costo capital
- Amortización
- Costo actual del agua
- OPEX antes de la medida
- OPEX después de la medida
- CAPEX (costo)



- *Mantenimiento preventivo y correctivo a estaciones de medición instaladas en presas de riego, así como caracterización y mantenimiento a molinetes mecánicos y perfiladores acústicos de distritos de riego*
- **S/Clave**

Muchas presas a cargo de la Conagua se emplean para riego. Por tal motivo, la Comisión requiere sistemas de medición en obras de cabeza y puntos de entrega con la finalidad de cuantificar y controlar los volúmenes entregados a los distritos de riego.

32

Entre 2003 y 2016 la Conagua ha instalado sistemas de medición en fuentes de abastecimiento y puntos de entrega de agua, también denominadas “estaciones hidrométricas”. La totalidad de los sistemas de medición instalados permiten la automatización de la medición.

Para asegurar el funcionamiento continuo de los medidores instalados es necesario dar el mantenimiento preventivo y correctivo en cada uno de sus componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos. El IMTA dio mantenimiento preventivo a cincuenta estaciones de medición y mantenimiento correctivo a otras 22 estaciones.

De igual forma, la Conagua cuenta con medidores portátiles para aforar puntos de control, como son molinetes y perfiladores acústicos, que requieren de mantenimiento y/o calibración para el correcto funcionamiento que aseguren aforos confiables. El Instituto dio mantenimiento a cincuenta molinetes mecánicos y a diez perfiladores acústicos de distritos de riego.

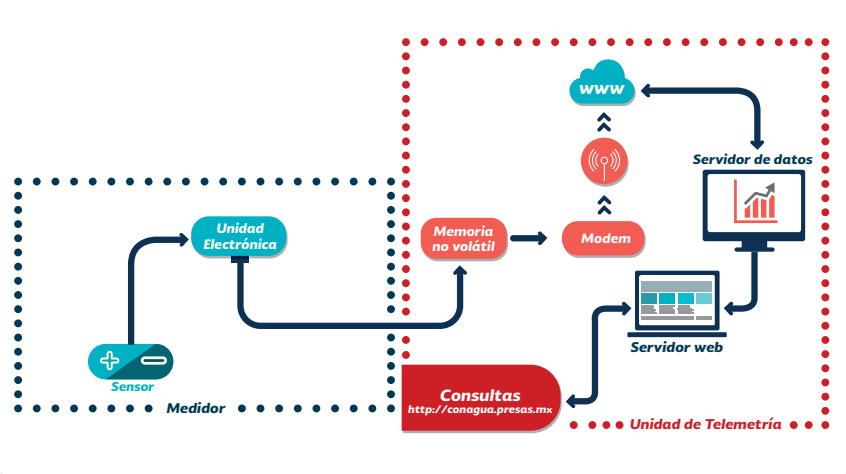


Resultados principales:

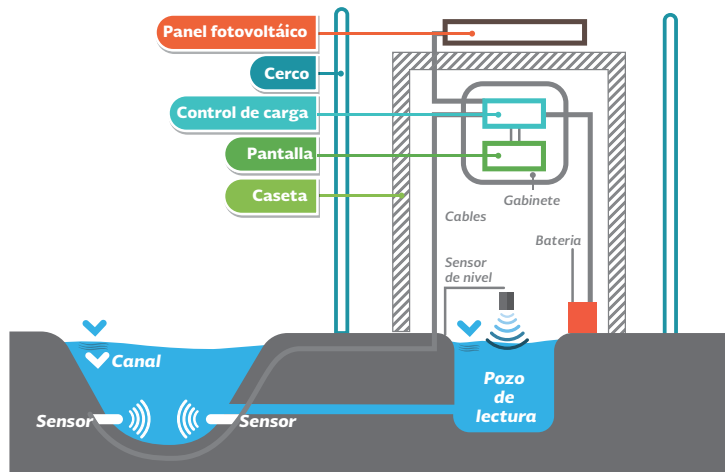
La automatización de la medición en presas representa una reducción importante de costos al disminuir la necesidad de tener personal para realizar aforos, y analizar y reportar información hidrométrica.



Principales Resultados



Transmisión de datos. <http://conagua.presas.mx>



ATT en canal.



Elementos del sistema instalados en el gabinete.



Infraestructura para mejorar el abasto y calidad del agua en la Región Lagunera TC1632.3 y TC1706.3

En la Región Lagunera hay gran cantidad de pozos de agua cuyo contenido de arsénico está por arriba del límite permisible que marca la NOM-127-SSA1-1994. Desde el 2014, el IMTA viene dando asistencia técnica a la Conagua en el desarrollo de estudios básicos, proyectos funcionales, proyectos ejecutivos, verificación de las obras durante la construcción y puesta en marcha de plantas potabilizadoras, así como en la evaluación de su funcionamiento. A la fecha, se han construido 19 plantas de filtración directa, 17 están en proceso de construcción y otras cinco se encuentran en proceso de licitación.

34

El Instituto elaboró la ingeniería básica, los catálogos de conceptos y los términos de referencia para la licitación del diseño, construcción y puesta en marcha de cinco plantas potabilizadoras. Asimismo, se da asistencia técnica en la etapa de construcción de 11 plantas para verificar el cumplimiento del proyecto y validar las modificaciones.



Resultados principales:

Las 11 potabilizadoras de filtración directa puestas en funcionamiento producirán agua libre de arsénico para abastecer a poblaciones de Gómez Palacio, Tlahualilo, San Felipe y Matamoros.

Al eliminar el arsénico del agua, se reducen los riesgos a la salud por consumo de agua y se favorece la economía familiar para una población potencial de 293 000 habitantes.

Se avanza en el conocimiento de la tecnología de filtración directa a través de la experiencia de las plantas instaladas, en sus etapas de diseño y operatividad, con visión de replicarlas de manera mejorada en otras regiones del país.



Construcción de planta de filtración directa de 193 L/s para pozos Transportes I y III, Durango.



Construcción de planta de filtración directa de 69 L/s para pozo Granada, Coahuila.



Construcción de planta de filtración directa de 65 L/s para pozo Dinamita, Durango.



- Fomento de la nueva cultura
- del agua en el proyecto de
- saneamiento de las zonas
- marginadas del valle de La Sabana,
- Guerrero (segunda etapa)
- **CP1719.3**

El proyecto tiene como elementos fundamentales la implementación y abordaje de los temas transversales o intersectoriales que, en gran medida, condicionan el desarrollo de las poblaciones. Estos son: “Salud”, “Género” y “Cambio climático”. En este marco es necesario promover el carácter transversal del enfoque de género a través de las acciones que se lleven a cabo dentro del proyecto, incluyendo la educación para una nueva cultura del agua.

Esta estrategia incluyó el diseño, edición e impresión de materiales de comunicación y divulgación en medios electrónicos, acordados y coordinados con personal de Cultura del Agua de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Acapulco (Capama), la Dirección Local y Oficinas Centrales de la Conagua, y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo.

Los acciones, durante el primer semestre de 2017, han sido: coordinación de emisiones semanales del programa de radio *Guardianes del agua en acción*; coordinación y supervisión de la difusión de seis *spots* de audio y seis *spots* de video sobre cultura del agua, en una estación de radio y una televisora locales de Acapulco, e impartición de los talleres *Formación de facilitadores en cultura del agua* y *Derecho humano al agua y al saneamiento* a personal de Capama, con una asistencia de cinco y veinte participantes, respectivamente.



Resultados principales:

El programa radiofónico y la difusión de los spots en radio y televisión llegan a toda la ciudad de Acapulco y alrededores, con intención de influir en las familias hacia un cambio de cultura del agua.

Los talleres a personal de la Capama se dirigen a actualizar y desarrollar sus capacidades básicas para diseñar y brindar cursos y talleres en las materias impartidas.



Principales Resultados





TRABAJOS EN COLABORACIÓN CON ENTIDADES Y MUNICIPIOS

Estado de México

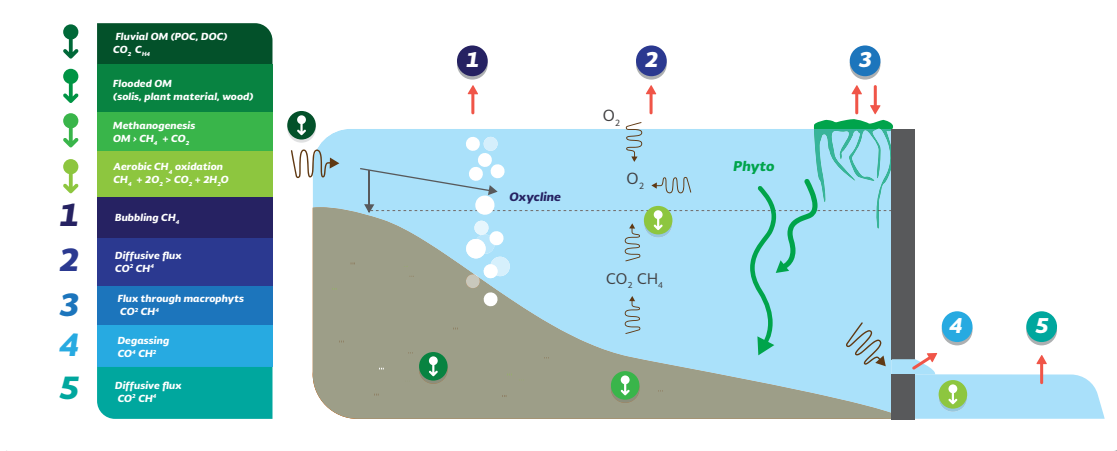
Estudio de los flujos de gases de efecto invernadero en el embalse de Valle de Bravo

HC1709.1

Los cuerpos de agua interiores juegan un papel importante en el suministro de agua para consumo humano, industrial, agrícola y recreativo. Los lagos y embalses presentan una continua presión por su deterioro en la calidad del agua y por su reciente importancia como fuentes generadoras de gases de efecto invernadero (GEI). En los últimos años se ha debatido con cierta profusión e intensidad la posible contribución de los embalses al cambio climático, mediante la emisión de estos gases procedentes de procesos de respiración aeróbica o anaeróbica al interior de la masa de agua y sedimentos.

38

Con objeto de conocer la contribución de los embalses en la generación de GEI, se propone evaluar su emisión en las presas de México y validar resultados midiendo el flujo de carbón en el embalse de Valle de Bravo.

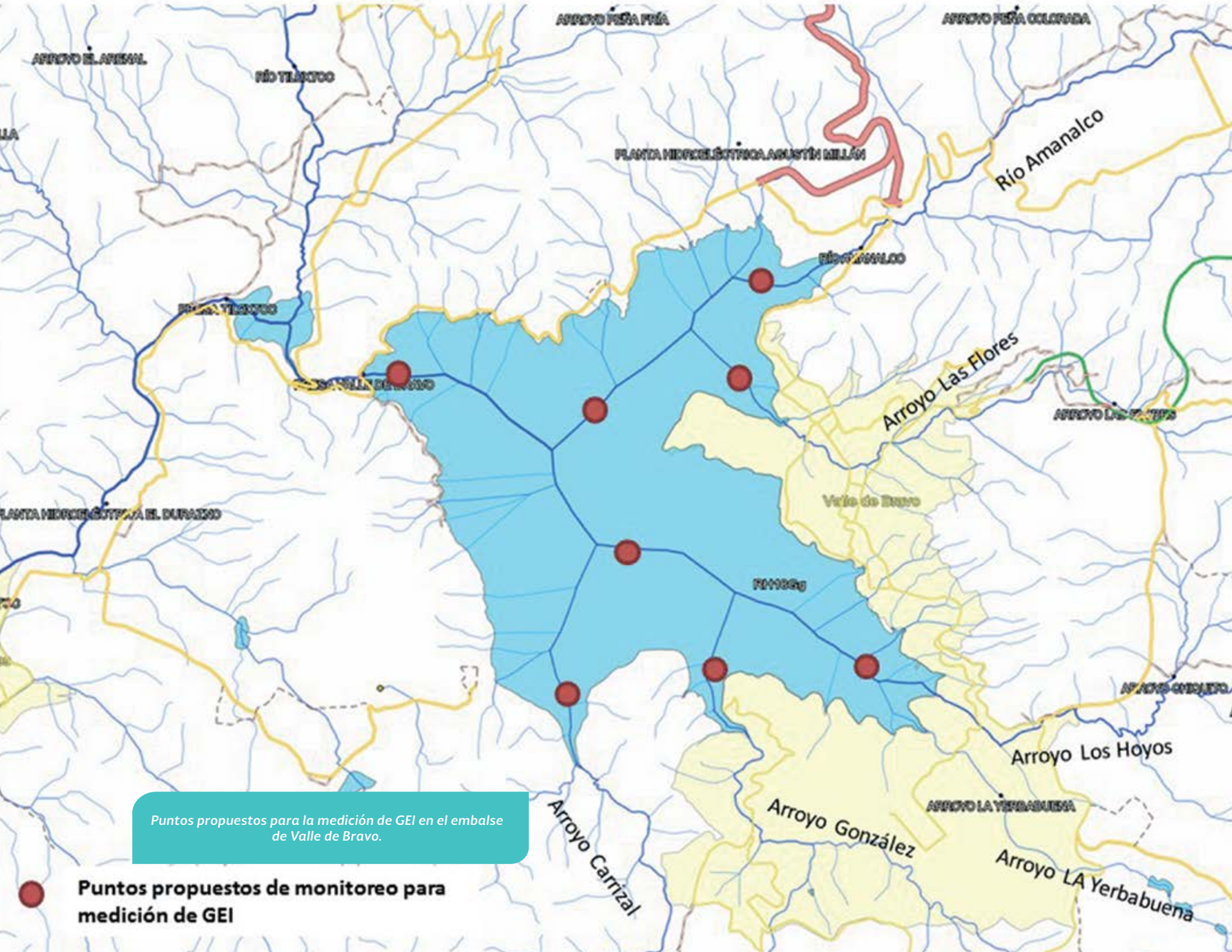


Resultados principales:

Contribuir al conocimiento científico del estado que guarda la situación de las emisiones de GEI en los embalses de México y la posibilidad de proponer alternativas para su mitigación.

Los objetivos del proyecto inciden de manera directa en el Sistema de Investigación Científica y Tecnológica, así como en la Estrategia Nacional de Adaptación y Mitigación del Sector Hídrico ante el Cambio Climático del Programa Nacional Hídrico 2014-2018.

Vías de producción de CO₂ y CH₄ en un reservorio de agua dulce, con un hipolimnion anóxico.



Puntos propuestos para la medición de GEI en el embalse de Valle de Bravo.

 Puntos propuestos de monitoreo para medición de GEI



Jalisco

Estudio para establecer una reserva de agua en la cuenca hidrológica del Río Verde

TH1645.3

De 1990 a 2010, la población total del Área Metropolitana de Guadalajara (AMG) creció en 1 431 010 habitantes. El aumento de población, la sobreexplotación de los acuíferos que abastecen el área metropolitana y la fuerte presión por el uso del agua originan la necesidad de reservar volúmenes para asegurar el abastecimiento de la población en las próximas décadas, para lo cual era indispensable elaborar un estudio técnico justificativo para establecer una reserva de agua en la cuenca hidrológica del Río Verde.

40

Los elementos mínimos requeridos en un estudio técnico para justificar una reserva de agua en una cuenca son: delimitación geográfica, sistema hidrológico, caracterización socioeconómica, uso del suelo y cobertura vegetal, usos del agua, disponibilidad de aguas nacionales, abastecimiento de agua para uso público urbano, generación de energía eléctrica, uso ambiental, calidad del agua, antecedentes normativos, problemática y, conclusiones y recomendaciones.

Se concluyó la elaboración del documento *Estudio técnico justificativo para establecer una reserva de agua en la cuenca hidrológica del Río Verde* y se entregó a la Comisión Estatal del Agua de Jalisco.



Resultados principales:

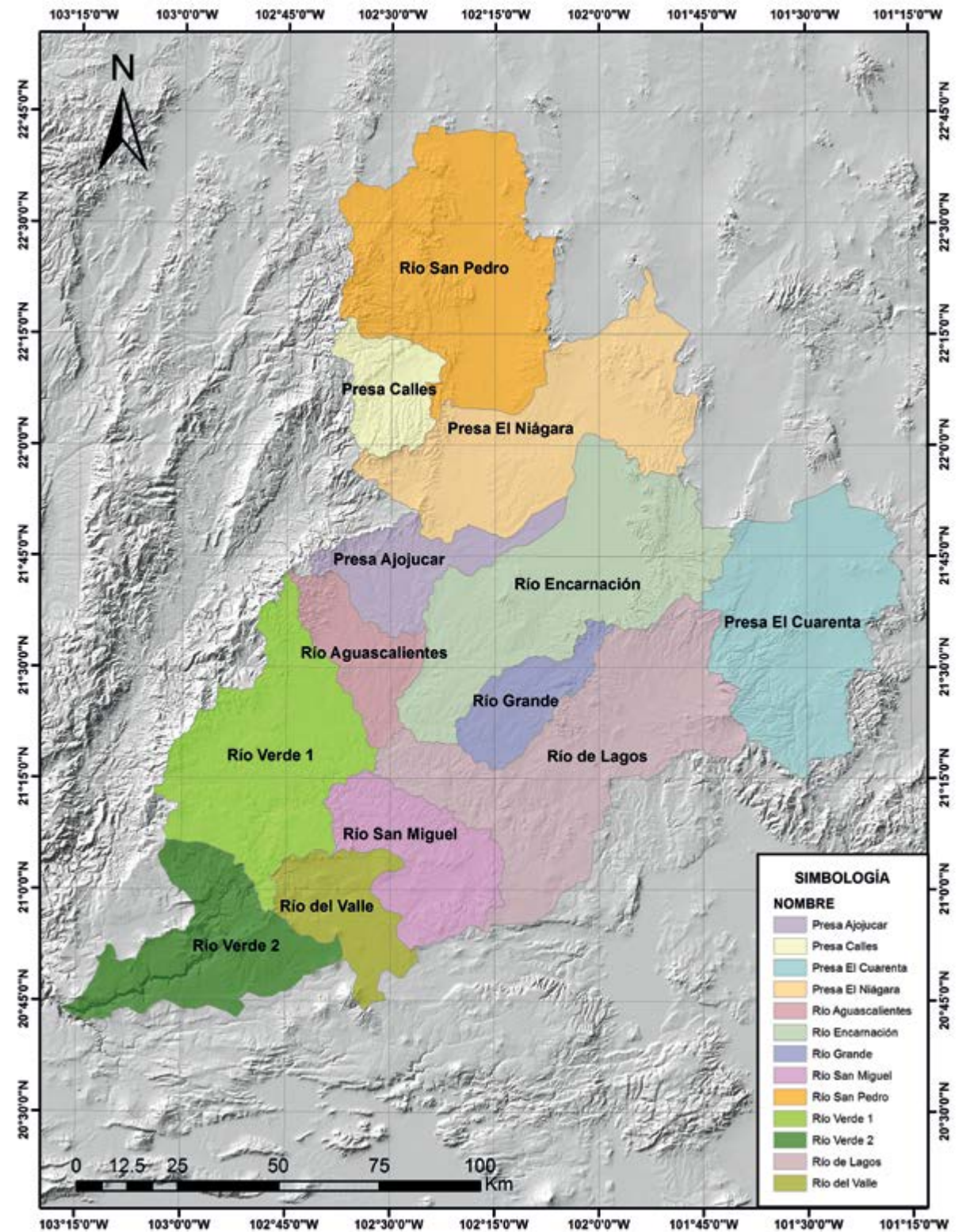
Existe disponibilidad de aguas nacionales superficiales, correspondientes a la cuenca del Río Verde, para una reserva adicional de 140.42 hm³ de aguas superficiales en la cuenca hidrológica del Río Verde 2, considerando retornos de agua tratada del 80% en la cuenca hidrológica Río Santiago 2 y sin afectar derechos de terceros.

Esta reserva asegura el abastecimiento de agua y el desarrollo socioeconómico de la AMG y de los Altos de Jalisco hasta 2077, y reduce parcialmente la sobreexplotación de los acuíferos que abastecen estas regiones.



Principales Resultados

Ubicación de la cuenca hidrológica del Río Verde.





Querétaro

Planeación productiva

de La Sierra Gorda

RD 1618.3

La Sierra Gorda presenta condiciones de clima, suelo, topografía e hidrología que determinan las condiciones para el establecimiento de diversos árboles frutales: naranja, limón, durazno, manzano, olivo, nogal, ciruelo, tejocote, pera, membrillo, almendro, chabacano, zarzamora higuera, café, guayaba y mango, así como caña de azúcar y algunas hortalizas. Los árboles frutales son una alternativa para la producción agrícola, ya sea con especies endémicas o cultivos introducidos (por ejemplo, nogal australiano).

42

Se identificó el potencial frutícola de la zona y las posibles acciones de conservación de agua y suelo, cosecha de agua de lluvia y uso eficiente de agua y energía, ofreciendo un abanico de oportunidades para el desarrollo sustentable en beneficio de sus habitantes.

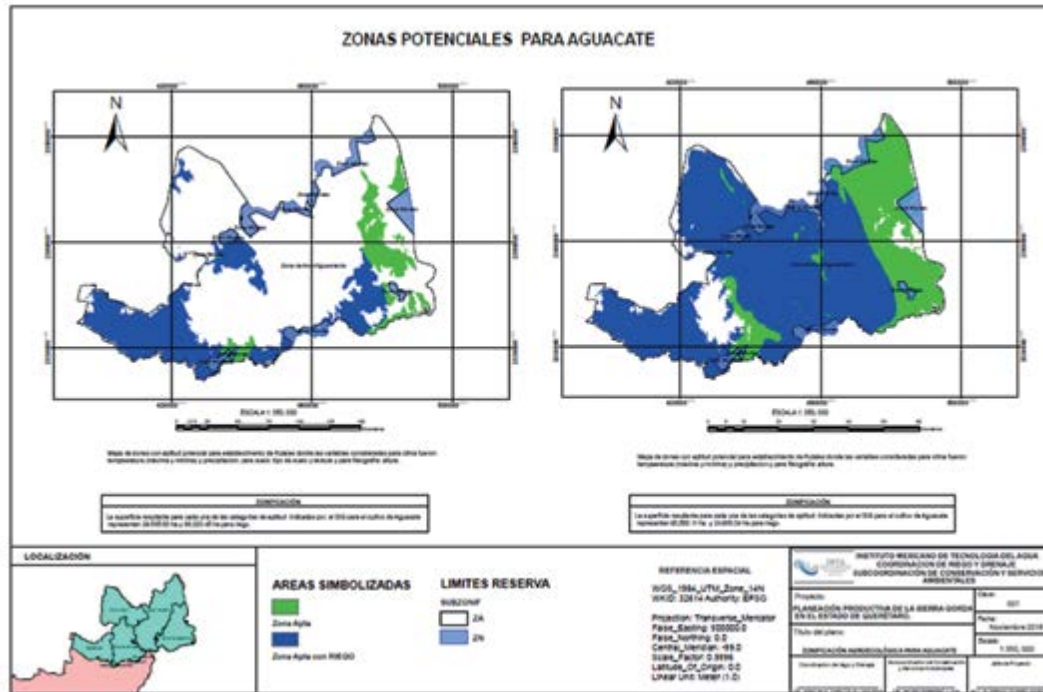


Resultados principales:

Valoración del potencial productivo de 14 cultivos, de acuerdo con las variables climáticas y mapas de especies frutales nativas e introducidas en cinco municipios de la Sierra Gorda.

Integración de seis proyectos ejecutivos y un perfil de proyecto de sistemas productivos pilotos seleccionados, en áreas más adaptadas a la introducción de frutales y cultivos de hortalizas.

Capacitación de 63 participantes en cuatro cursos sobre Captación de agua de lluvia y uso eficiente del agua.



Mapa de zonas en Sierra Gorda, con potencial de aptitud para establecimiento de aguacate.



Curso en Pinal de Amoles. Presentación de temas sobre uso eficiente del agua en riego y tecnificación del aguacate.





Sinaloa

Actualización del proyecto ejecutivo de sobreelevación del Canal Principal Humaya y Presa Derivadora Andrew Weiss (cuarta etapa)

RD 1713.3

En la actualidad, durante el periodo de máxima demanda hídrica, el Canal Principal Humaya no cuenta con la suficiente capacidad para suministrar y conducir adecuadamente los caudales y volúmenes requeridos en las superficies bajo riego del Sistema Humaya. Lo anterior afecta la eficiencia hidráulica del sistema, generando pérdidas y mermas en el rendimiento de los cultivos.

44

Para atenuar esta problemática, se requiere aumentar la capacidad del Canal Principal Humaya, de 90 m³/s a 108 m³/s en su obra de toma, para lo cual, como ya se estableció en el proyectos anteriores, es necesario sobreelevar los bordos del canal e incrementar a la vez la capacidad de las estructuras de abastecimiento, control y cruce, de acuerdo con lo indicado en el estudio hidráulico y sus resultados.

Los proyectos ejecutivos entregados contemplan: 1) sobreelevación del Canal Principal Humaya hasta el km 120+000, 2) 21 represas y desfogues, 3) seis puentes peatonales y seis vehiculares, 4) 48 entradas de agua, sobreelevación de tres diques, además de los estudios de topografía, capacidad de diques, geotécnica, proyecto de la sobreelevación de la Presa Derivadora Andrew Weiss para derivar hasta 108 metros cúbicos por segundo.

En la actualidad, ya han transitado volúmenes de 95 m³/s y sólo falta terminar algunas estructuras para pasar los gastos requeridos en el proyecto.



Resultados principales:

El mayor impacto de la rehabilitación del Canal Principal Humaya y la sobreelevación, se reflejará en un aumento en la capacidad de conducción del agua y el aseguramiento del riego en 150 000 ha de los distritos 010 y 074 Mocorito, Sinaloa, beneficiando económicamente a los usuarios al asegurar la cosecha y el incremento en la productividad de los cultivos.



Principales Resultados



Canal Principal Humaya en el km 50+000.

25.04.2016 17:59



Canal Principal Humaya en el km 53+000.

25.04.2016 17:49



07 1
Presa derivadora Andrew Weiss.



Tamaulipas

Proyecto integral de drenaje pluvial de la ciudad de Reynosa

TH1628.3

En la zona de estudio, la topografía presenta poca diferencia de altura entre los puntos más altos de las cuencas de aportación y el punto más bajo del sistema de drenaje, que es la salida de la laguna La Escondida. Debido a ello, el desalojo del agua pluvial en los drenes es muy lento e, incluso, la velocidad del flujo en los canales de los distritos de riego es muy baja.

46

Por otro lado, la infraestructura carretera impide el flujo natural de los escurrimientos al presentarse terraplenes que actúan como bordos en el trayecto de las corrientes, aunado a la falta de capacidad de las estructuras de cruce en dichas carreteras. Lo anterior ocasiona remansos, encharcamientos e inundaciones en las colonias cercanas a las vialidades principales.

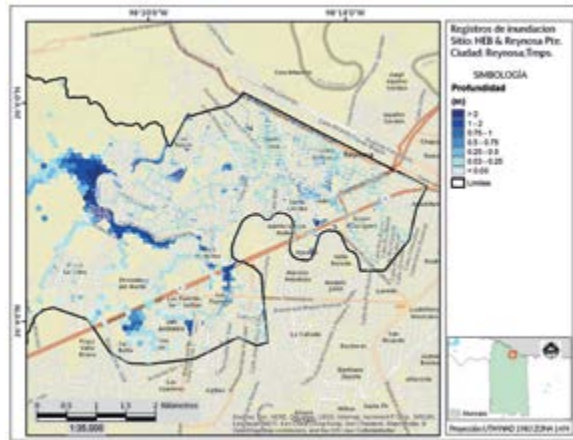
Con la finalidad de resolver la problemática de inundaciones en la zona urbana de la ciudad de Reynosa, se ha propuesto como solución integral técnicamente factible la construcción de un drenaje pluvial que se prevé en varias etapas. Hasta ahora, se han desarrollado los proyectos ejecutivos de dos acciones de solución, que forman parte de la solución integral.



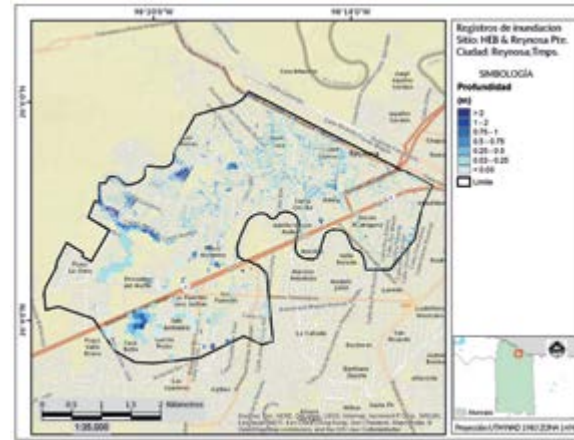
Resultados principales:

Se estima que el proyecto genere ahorros por más de 50 millones de pesos por la reducción de daños. Con dichos beneficios, a una tasa social de descuento del 10% y un horizonte de evaluación de treinta años, se estima que se justifique una inversión de más de 500 millones de pesos.

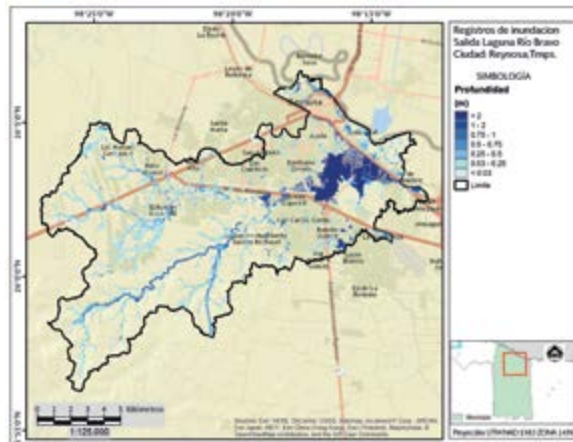
También se obtendrán beneficios por la disminución de daños a establecimientos comerciales, industriales y de servicios derivados de las inundaciones, así como los inconvenientes generados por tránsito vehicular.



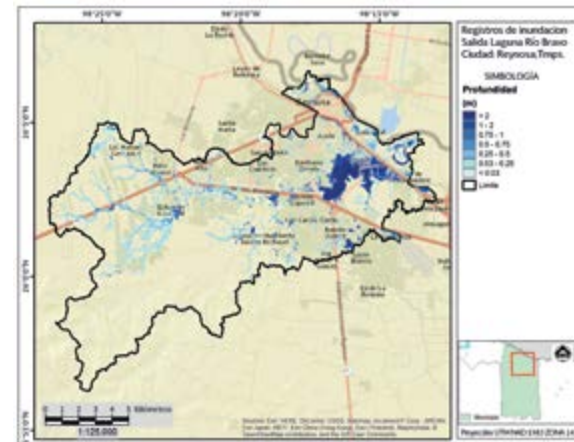
Inundación generada, en condiciones actuales, en la zona del dren Reynosa poniente.



Inundación resultante, con las obras propuestas, en la zona del dren Reynosa poniente.



Inundación generada, en condiciones actuales, sobre el dren Santa Anita y a la salida de la laguna.



Inundación resultante, con las obras propuestas, sobre el dren Santa Anita y a la salida de la laguna.





TRABAJOS EN COLABORACIÓN CON ORGANISMOS NO GUBERNAMENTALES

- Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro (Etapa IV 2014-2018)
- **HC-1422.4**

En 2003 inició el Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, ratificándose en cuatro ocasiones más, bajo un esquema de colaboración interinstitucional. A partir de un plan estratégico se ejecutan proyectos y acciones que ha incrementado y mejorado la conciencia y cultura ambiental entre los pobladores de la cuenca.

48

La etapa más reciente tiene como objetivo consolidar aquellas acciones que han mostrado su aportación a la recuperación ecológica y ambiental del lago, como son: prácticas y obras de reforestación y conservación de suelos; sistemas de captación de agua de lluvia (Scall) en escuelas rurales; proyecto piloto de Scall para riego; control de malezas acuáticas y recuperación de especies emblemáticas; seguimiento, transferencia y rehabilitación de humedales artificiales; espacios de educación ambiental y cultura del agua; acciones de los organismos operadores (OO) ribereños y fortalecimiento a la transferencia de tecnologías apropiadas.

Entre los resultados de este primer semestre, se encuentran: la recuperación de 76.9 ha de espejo de agua en el lago, talleres para el aprovechamiento de especies exóticas, arranque de actividades para la reproducción de achoque, seguimiento al programa de difusión acerca del control de malezas acuáticas y recuperación de especies emblemáticas, y actualización de la página web y sistema de información geográfica del programa.

Asimismo, instalación de veinte Scall en escuelas rurales de la cuenca; diseño e implementación de la estrategia de organización comunitaria para apropiación de las tecnologías transferidas en etapas anteriores; elaboración del programa de cursos de capacitación en los espacios de educación ambiental; rehabilitación de los humedales de Santa Fe de la Laguna, Quiroga, y Cucuchucho, Tzintzuntzan, y la elaboración de 21 proyectos ejecutivos, y de los diagnósticos y modelos financieros de las áreas comerciales pertenecientes a los OO de los cuatro municipios.



Resultados principales:

Aumento en el uso y apropiación de las tecnologías apropiadas, humedales artificiales y espacios de educación ambiental y cultura del agua.

Reducción de descargas de agua residual sin tratar en la cuenca.



Principales Resultados

Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Patzcuaro

Inicio Programa- Acciones- Cuenca- SIG-

Seguimiento, transferencia y rehabilitación de humedales artificiales

Coordinación técnica del programa

Espacios de educación ambiental y cultura del agua

Sistemas de captación de agua de lluvia en escuelas rurales

Control de malezas acuáticas recuperación de las especies emblemáticas

Proyecto piloto de sistema de captación de agua de lluvia para riego

Actualización de la página y del sistema de información geográfica del programa.



Rehabilitación del humedal de Santa Fe de la Laguna.



Talleres para la capacitación de organización comunitaria.



• Sistema de información para incentivar el cobro-pago del agua Fase II (2015-2018)
 • **HC-1533.4**

En 2012 la Fundación Gonzalo Río Arronte (FGRA) 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), con miras a incrementar las eficiencias comercial y de cobro para establecer una política de *benchmarking* entre los organismos involucrados, a través de estímulos económicos o en especie y otorgados a los mejores.

50

En 2017 se cuenta con la participación de 144 OO y 86 DR, y se evalúa a quienes han obtenido el mejor indicador y el mayor incremento (eficiencia global, en OO, y recaudación por m³, en DR). También, se trabaja en la nueva versión del sitio web para el proyecto de este año.



Resultados principales:

Los resultados obtenidos proporcionan a la FGRA una herramienta que permite la elegir los OO y los DR que mejor comportamiento hayan presentado para, con ello, elegir a quiénes premiar por su esfuerzo. A su vez, la sociedad tiene la posibilidad de observar el comportamiento de los indicadores presentados por cada una de las instituciones participantes.



Organismos operadores participantes (2016).



Distritos de riego participantes (2016).

Santiago Maravatío, Guanajuato

EFICIENCIA GLOBAL EFICIENCIA FÍSICA EFICIENCIA DE COBRO VOLUMÉTRICO AUTOSUFICIENCIA EFICIENCIA DE FACTURACIÓN

EFICIENCIA DE COBRO

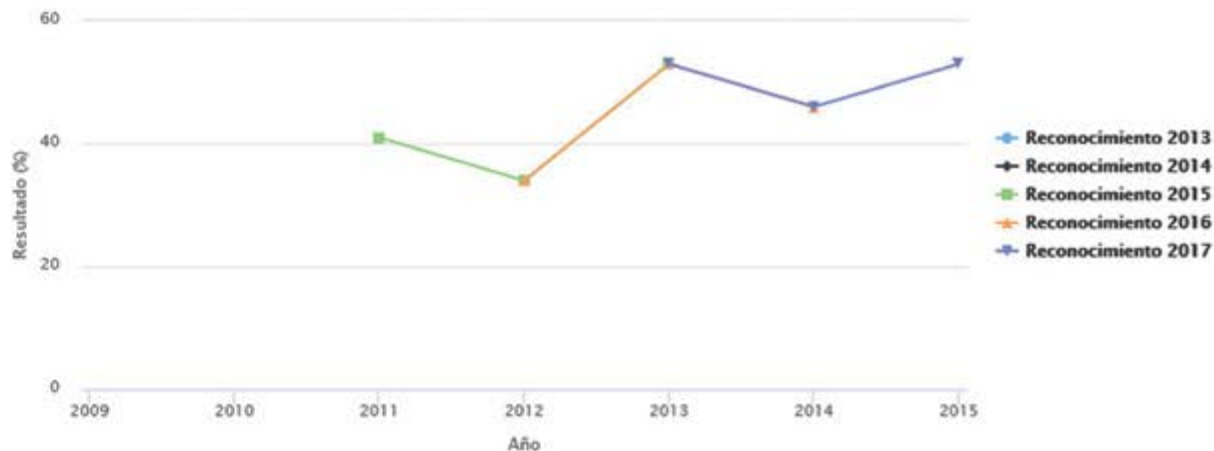
Eficiencia Global

2013	2014	2015	Promedio	Comportamiento (2013 - 2015)
53%	46%	53%	35%	0%

Más información ⓘ

Santiago Maravatío, Guanajuato

Eficiencia Global



Nuevo diseño del sitio web del sistema.



• Acciones de eficiencia de los
• organismos operadores ribereños
• **HC1425.4**
•
•

El proyecto forma parte del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, en su etapa IV (2014-2017) y sus objetivos son: 1) alcanzar una cobertura de alcantarillado en la zona urbana de la cuenca del 87% y construir 1 000 metros lineales de infraestructura en cada una de las cuatro localidades, por año, 2) eliminar inundaciones en las zonas urbanas y evitar la llegada de grandes volúmenes de basura y azolve al lago de Pátzcuaro y su zona urbana, 3) eliminar los residuos y desechos en cauces, arroyos y corrientes intermitentes y establecer un programa de cultura del agua, y 4) alcanzar una cobertura de agua potable mayor al 95%, e incrementar una cobertura de cobranza para lograr la sustentabilidad de los organismos operadores ribereños.



Resultados principales:

Beneficio a la población ribereña por abastecimiento de agua potable, ampliación de las coberturas de drenaje y disminución de enfermedades gastrointestinales por recibir agua limpia y de calidad.



Rehabilitación de cinco pozos profundos (diagnóstico): Quiroga, Erongarícuaro y Tzintzuntzan.



Limpieza y deshierbe en tres tramos del río Guan, como de sus laderas (Pátzcuaro).



Rehabilitación del drenaje en el Fraccionamiento San Antonio y Fraccionamiento María Luisa Martínez (inicio de obra), Erongarícuaro.



• Servicios menores para monitoreo de • calidad del agua y mantenimiento de • estaciones climatológicas instaladas en • el lago de Pátzcuaro • **HC1717.7**

El lago de Pátzcuaro presenta un proceso natural y acelerado de eutrofización, donde el material de los suelos que conforman la cuenca es acarreado por la erosión. Ello provoca un fuerte azolvamiento al vaso, que aunado a una notable disminución en su profundidad y la descarga de aguas residuales no tratadas y descargas no puntuales, favorece el desarrollo de las plantas acuáticas y semiacuáticas en toda la periferia del cuerpo de agua.

54

De acuerdo con los objetivos y el programa desarrollado, se realizó el primer muestreo de calidad del agua al interior del lago de Pátzcuaro (siete estaciones) y en descargas de aguas residuales (seis estaciones), así como el muestreo de fito y zooplancton.

Se hará un análisis histórico y actual de resultados, organizándolos en una base de datos y de distribución mediante un sistema de información geográfica y un modelo de regresión que explique las tendencias o evolución de dichos valores. Asimismo, se construirá un ejercicio multicriterio para ponderar parámetros y evaluar las condiciones de la superficie del lago. Con ello, se generarán los escenarios actuales y potenciales más probables de calidad del lago en términos fisicoquímicos y biológicos.

También, se determinará cuáles son las potenciales especies bioindicadoras del plancton del lago y se establecerá la relación entre el fitoplancton, zooplancton y peces, así como su relación con la calidad del agua y las variables ambientales.

Por otra parte, se instalaron tres estaciones climatológicas: Pátzcuaro, Pacanda y Chupícuaro, y se descargó su información almacenada durante abril y mayo: precipitación, radiación, humedad relativa, velocidad y dirección del viento. Se procedió a extrapolar los datos a hojas *Excel* para su análisis y presentación de resultados.



Resultados principales:

Los programas de monitoreo ambiental, incluyendo los de calidad del agua y su evolución a lo largo del tiempo y el espacio, definen la planeación de los usos consuntivos y no consuntivos del agua. A partir de lo anterior, se establecen estrategias de control de descargas y del manejo de la cuenca bajo estrategias integrales de control de la contaminación.

La generación de indicadores de las tendencias de evolución de los valores históricos y recientes de distintos parámetros fisicoquímicos y biológicos contribuye al conocimiento de herramientas para estos fines.





3. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

• *Cursos a distancia en temas de*
• *seguridad hídrica*
• **DP1717.1**
•
•
•

Uno de los ejes del Programa Estratégico Institucional de Seguridad Hídrica del IMTA es el “Desarrollo de Capacidades”, cuyo fin es contribuir al desarrollo y capacitación de los servidores públicos, especialistas, estudiantes y usuarios del agua, facilitándoles la adquisición de conocimientos, habilidades y aptitudes para la atención o solución de los problemas asociados con la seguridad hídrica.

56

En este sentido, para 2017 se consideró desarrollar tres cursos a distancia orientados a temas de calidad del agua: *Evaluación de plantas de tratamiento de aguas residuales*, *Muestreo de descargas de agua residual conforme a la normatividad* y *Contaminantes emergentes en el ambiente acuático*. Estos cursos contribuirán a la seguridad hídrica del sector en aspectos vinculados a la disponibilidad y a la calidad del agua, en especial, a la disminución de los niveles y riesgos de contaminación.

En una primera etapa, se definieron las fichas técnicas de cada uno de los cursos antes mencionados, las cuales especifican su objetivo, temas principales, duración y requisitos técnicos. Al mes de junio, se tiene ya desarrollada la información técnica del tema 1 del curso *Muestreo de descargas de agua residual conforme a la normatividad*.



Resultados principales:

Uno de los aspectos de la seguridad hídrica es la identificación de los riesgos por contaminación del agua. Con la impartición de los cursos a distancia, se buscará el incremento de la disponibilidad del agua en calidad y cantidad para sus diversos usos.



Definiciones importantes

Cuerpo receptor

Descarga

Aguas Residuales

Capacidad de Dilución

Red de Muestreo

Conjunto de aguas residuales que se vierten o disponen en algún cuerpo receptor.



HAZ CLIC EN CADA UNO DE LOS PUNTOS PARA PODER AVANZAR

Ejemplo de contenido del curso Muestreo de descargas de agua residual conforme a la normatividad.



- *Coordinación, seguimiento y evaluación de la componente Riego por Gravedad*
- *Tecnificado en distritos de riego de Sinaloa y Guanajuato*
- **RD1624.3, RD1625.3, RD1626.3**

El riego por gravedad parcelario sigue siendo la forma predominante para aplicar el agua a los cultivos en el país. Ante este panorama, existe un gran potencial para mejorar el servicio y aplicación del riego parcelario en los distritos de riego (DR).

En esta vertiente la Conagua tiene, en su cuarto año de operación, el programa de Riego por Gravedad Tecnificado (Rigrat) para incrementar la productividad del agua en la agricultura y garantizar el suministro preciso y oportuno del riego a los cultivos. Desde el año agrícola 2014-2015, el IMTA es responsable de la implantación, seguimiento y consolidación de dicho programa en más de 50 000 ha en ocho DR de Sinaloa y Guanajuato.

Se le ha dado seguimiento al riego en su aplicación parcelaria a 50 278 ha en 6 981 parcelas en DR de los estados mencionados, reportándose ahorros importantes de volúmenes de agua de riego en el tercer año de aplicación del programa. Al reducir la lámina de riego acumulada y considerando los rendimientos promedio de los cultivos, se ha incrementado la productividad del agua de riego para los cultivos del ciclo otoño-invierno.

Para fortalecer el seguimiento y la adopción de las recetas de riego por gravedad por parte de los usuarios beneficiados, se han fortalecido las capacidades de regadores, productores y supervisores de riego a través de talleres de capacitación. Se han realizado proyectos de nivelación de tierras en 3 433 ha, de las cuales el IMTA apoya actualmente en la licitación y seguimiento de 2 400 ha. Se tienen proyectos de diseño y rehabilitación en doscientas estructuras aforadoras a escala parcela.

Se han elaborado y entregado recetas de riego en 1 807 ha a los usuarios beneficiados por parte del técnico de Rigrat, que incluye trazo y diseño de riego a escala parcela. En el último año de aplicación del programa en los ocho DR beneficiados, se estima un ahorro promedio anual de 40.2 hectómetros cúbicos de agua.



Resultados principales:

El programa tiene una cobertura de 50 278 ha, en cuarenta asociaciones de usuarios de riego de ocho DR del país, donde se han preparado 48 responsables técnicos y seis supervisores de riego con una sólida formación en diseño, evaluación y mejoramiento del riego parcelario. La productividad del agua se ha incrementado en 33%, en el ciclo agrícola otoño-invierno, del tercer año de aplicación de programa.

Se ha iniciado un proceso de cultura del buen uso eficiente del agua de riego por gravedad que permite a los usuarios del riego, a mediano plazo, promover programas de dotación, cobro y entrega volumétrica del agua para riego.



Monitoreo de la humedad del suelo.



Levantamiento topográfico con fines de trazo del riego en el módulo Mavari, DR 075, Río Fuerte, Sinaloa.

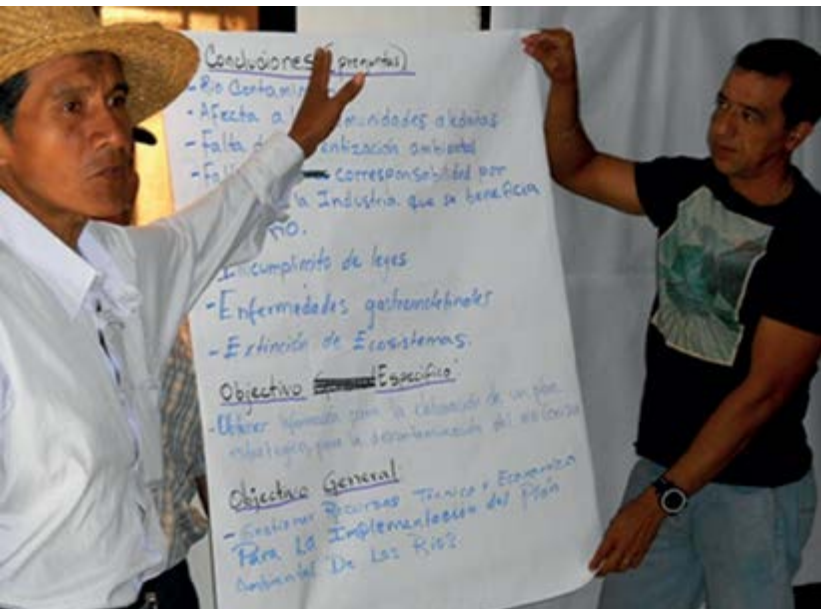


Instalación de estaciones meteorológicas con fines de pronóstico de riego en tiempo real.



Muestreo para estimación de cosechas en maíz. Módulo Ruiz Cortines, DR 075, Río Fuerte, Sinaloa.





Conclusiones (prelimin)

- Río Contaminado
- Afecta a comunidades aledañas
- Falta de sensibilización ambiental
- Falta de Corresponsabilidad por parte de la Industria, que se beneficia del río.
- Incumplimiento de leyes
- Enfermedades gastrointestinales
- Extinción de Ecosistemas.

Objetivo Específico:

Utilizar Normas para la elaboración de un plan estratégico, para la sostenibilidad del río.

Objetivo General:

- Gestionar Recursos Técnicos y Económicos Para La Implementación del Plan Ambiental De Los Ríos.



4. PROMOCIÓN Y DIFUSIÓN DEL CONOCIMIENTO

Revista Tecnología y Ciencias del Agua

Tecnología y Ciencias del Agua es una revista interdisciplinaria de ciencia y tecnología del agua. Divulga resultados y soluciones científicas y tecnológicas a problemáticas relacionadas con el sector agua desde distintas disciplinas.

62

Durante el primer semestre se editaron tres números impresos y electrónicos: Vol. 8, número 1, enero-febrero, Vol. 8, número 2, marzo-abril y Vol. 8, número 3, mayo-junio. Se publicaron 36 artículos de 126 autores de Argentina, Chile, China, Costa Rica, Cuba, España, Estados Unidos y México. De ese total, 39.7% es de instituciones del país y 60.3% es de instituciones del extranjero.

Se tienen 164 artículos en proceso de arbitraje.

De enero a mayo se han enviado por correo electrónico 354 artículos en PDF (texto completo) a lectores que los han solicitado desde Alemania, Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, España, Estados Unidos, Francia, Guatemala, México, Perú, Reino Unido y Venezuela.





Tecnología y Ciencias del Agua

ISSN 0187-8336



Tecnología y Ciencias del Agua

ISSN 0187-8336

• Índice de revistas mexicanas de investigación científica y tecnológica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt)



Vol. VIII, núm. 1, enero-febrero de 2017

• Índice de revistas mexicanas de investigación científica y tecnológica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt)



Vol. VIII, núm. 2, marzo-abril de 2017

Portadas de los tres números publicados en el semestre.



- Libro *Tecnologías apropiadas para el acceso sostenible al agua en el medio rural marginado*

Se elabora el libro *Tecnologías apropiadas para el acceso sostenible al agua en el medio rural marginado*. Actualmente, se trabaja en recopilar información sobre las investigaciones y metodologías que el IMTA ha desarrollado en materia de tecnologías apropiadas y su transferencia en el medio rural en los últimos veinte años.

64

Con esta obra se busca contribuir a la solución de problemas hídricos en las comunidades rurales marginadas, en pro de la seguridad hídrica; promover el desarrollo, adaptación, transferencia y apropiación de tecnología para cubrir las necesidades básicas en agua y saneamiento en el medio rural, y difundir el conocimiento, tecnología e innovación en materia de tecnologías apropiadas.



Portada y contraportada del libro.



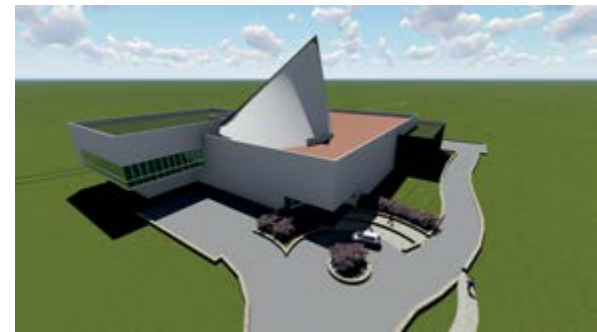
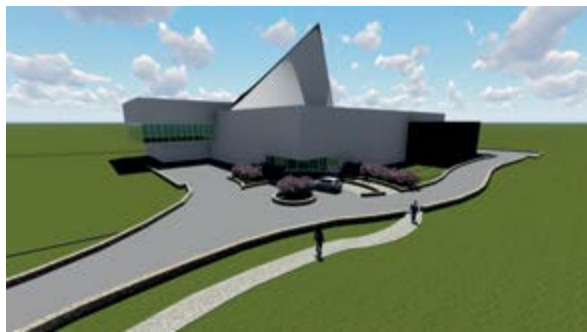
Centro Interactivo de Tecnología del Agua

En 2016 se llevó a cabo el proyecto *Propuesta de Museo Interactivo del Agua del IMTA*, cuyo objetivo fue elaborar una propuesta que permitiera cumplir con la labor expositiva y educativa que tendría un museo interactivo del agua. Su producto final fue el documento *Conceptualización del Centro Interactivo de Tecnología del Agua del IMTA*.

Hasta el momento, se tienen los requisitos técnicos y tres propuestas del *render* arquitectónico (imagen en 3D del diseño arquitectónico realizada en computadora) del Centro Interactivo de Tecnología del Agua del IMTA (Citagua-IMTA).

66

Una vez construido el Citagua-IMTA, será posible atender a grupos de estudiantes de educación básica, media superior y superior, así como al público en general.





5. COOPERACIÓN TÉCNICA INTERNACIONAL

Proyectos y actividades internacionales

- 1.- Gestión Integrada del Agua para el Saneamiento de la Cuenca del Río Rocha en Bolivia. GIZ, AMEXID, CONAGUA, IMTA y Bolivia.
- 2.- Apoyo a la implementación del Plan Nacional de Gestión Integrada del Recurso Hídrico en El Salvador con apoyo de la AECID de España
- 3.- Saneamiento de las zonas marginadas del valle de La Sabana, Guerrero con apoyo de la AECID de España
- 4.- Programa participativo piloto para la recuperación hídrica de la mancomunidad Copanch'orti, Guatemala
- 5.- Estudio en modelo físico del funcionamiento hidráulico de la obra de excedencia del proyecto hidroeléctrico Arenal etapa I-II, sobre el río Yaguala, Departamento de Yoro, Honduras
- 6.- Asistencia Técnico- Científica para la Evaluación de la Disponibilidad Hídrica de Cuencas Hidrográficas en Panamá
- 7.- Colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
- 8.- Indicadores para organismos operadores de agua y saneamiento, así como de benchmarking nacional y regional en las Américas con la Asociación de Entes Reguladores de Agua y Saneamiento de las Américas (ADERASA)
- 9.- Programa Hidrológico Internacional del la UNESCO
- 10.- Congreso Internacional de Riego y Drenaje ICID 2017
- 11.- Estado del Marco de Seguridad del Agua para Consumo Humano en los países de la región de América Latina y el Caribe con la Organización Panamericana de la Salud (OPS)
- 12.- Centro Categoría 2 del PHI-UNESCO sobre seguridad hídrica CERSHI



6. PREMIOS Y DISTINCIONES

Reconocimiento de la AIDIS a mujeres profesionales distinguidas

En el marco del XIII Congreso Puertorriqueño, organizado por la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (AIDIS), celebrado en San Juan, Puerto Rico, se llevó a cabo la entrega de reconocimientos que la AIDIS otorga a las mujeres profesionales distinguidas por su trayectoria en el ámbito de la ingeniería sanitaria y ciencias ambientales.

Como digna representante de nuestro país, AIDIS hizo entrega del reconocimiento a la Dra. Petia Mijaylova Nacheva, de la Coordinación de Tratamiento y Calidad del Agua, por su destacada participación académica en la formación de ingenieros ambientales, su liderazgo y contribución mediante el desarrollo de tecnologías de saneamiento de agua residual y su destacada trayectoria profesional.

70

Homenaje por trayectoria del Dr. Javier Ávilés López, por parte de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica A.C. (SMIS)

La Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica, A. C. (SMIS) celebró, el 3 de marzo, un homenaje a la trayectoria del Dr. Javier Avilés López en las instalaciones del Colegio de Ingenieros Civiles de México. En el evento se reconocieron sus aportes a dicha sociedad en materia de mejoramiento académico, por haber sido editor de la Revista de Ingeniería Sísmica, lo que hizo posible que el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología la incluyera en su Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica, así como un amplio legado científico y tecnológico, como destacado investigador y maestro.



Investigadora del IMTA es reconocida por la AIDIS-Puerto Rico.



Panel de participación para el reconocimiento del Dr. Avilés.





7. ACTIVIDADES RELEVANTES

- *Certificación del IMTA en la Norma Mexicana NMX-R-025-SCFI-2015 en igualdad laboral y no discriminación*

El 28 de marzo de 2017, el Consejo Interinstitucional de la Norma Mexicana NMX-R-025-SCFI-2015 en Igualdad Laboral y No Discriminación entregó un reconocimiento al IMTA, y a diversas empresas del sector privado e instituciones gubernamentales como centros de trabajo certificados en dicha norma durante el año 2016; los primeros en el país en tener dicha distinción.

La Norma Mexicana NMX-R-025-SCFI-2015 en Igualdad Laboral y No Discriminación entró en vigor el 18 de diciembre de 2015 y es resultado del esfuerzo de coordinación interinstitucional de la STPS, Inmujeres y Conapred para fusionar un solo instrumento en la materia. Esta norma establece los requisitos para que los centros de trabajo públicos, privados y sociales —de cualquier actividad y tamaño— integren, implementen y ejecuten dentro de sus procesos de gestión y de recursos humanos, prácticas para la igualdad laboral y no discriminación, que favorezcan el desarrollo integral de las y los trabajadores.



- *Diálogo sobre el Derecho Humano y al Saneamiento*
- *¿Qué ha pasado a cinco años de la reforma*
- *constitucional?*

El pasado 9 de febrero se celebró el evento: Diálogo sobre el Derecho Humano al Agua y al Saneamiento: ¿Qué ha pasado a cinco años de la reforma constitucional? En este evento, Investigadores, estudiantes, funcionarios de gobierno y organizaciones de la sociedad civil se dieron cita en las instalaciones de El Colegio de México (El Colmex) para discutir la situación en que se encuentra actualmente la garantía y defensa del derecho humano al agua y al saneamiento.



Inauguración del evento por el Dr. Luis Jaime Sobrino Figuroa y el Dr. Felipe I. Arreguín Cortés.



- *Presentación en el XXIV Congreso Nacional de Hidráulica del libro “Huella Hídrica en México: análisis y perspectivas”*

Se trata de una publicación de divulgación sobre la huella hídrica de México, cuyo contenido incluye el panorama global de la huella hídrica, el análisis y perspectivas de la huella hídrica en México, y la inclusión de algunos estudios de caso en nuestro país.

La publicación aborda los componentes generales de Huella Hídrica y sus implicaciones en el ámbito mundial, pero en especial su aplicación en regiones y productos específicos de nuestro país, a la vez que demuestra acciones alcanzables en la búsqueda de un mundo mejor.

74

Como antecedentes de la incursión del IMTA en el tema de huella hídrica, cabe señalar que desde 2015 es miembro de la red Water Footprint Network, y que en alianza con ellos y con la colaboración del Dr. Arjen Hoekstra, desarrollador del concepto de huella hídrica de la Universidad de Twente, en noviembre de 2015 se impartió en el Instituto el Curso Avanzado de Evaluación de Huella Hídrica, Metodología y Aplicación.



Huella Hídrica en México: análisis y perspectivas



Presentación del libro "Huella hídrica".







Anexos



1. PATENTES

1. PATENTES Y MODELOS DE UTILIDAD 2017		
Núm.	Nombre	Estatus
1	Banco de pruebas de los elementos que conforman las tomas domiciliarias.	Título 233877
2	Método para el tratamiento de lodos provenientes del tratamiento de agua, recuperación de coagulante y disposición.	Título 227928
3	Mezcla cruda para la producción de Clinker de cemento tipo Portland resistente a la corrosión microbiónica.	Título 282541
4	Válvula con cámaras de amortiguamiento paralelas para la separación y expulsión de aire en la toma de agua domiciliaria.	Título 237185
5	Sistema de floculación accionado con aire.	Título 250205
6	Formulación de micoherbicida para el control del lirio acuático.	Título 286577
7	Utilización del tabachín y de la jacaranda en biofiltros utilizados en el tratamiento de aguas residuales (copropiedad IMTA/CRIQ).	Título 299532
8	Proceso de tratamiento biológico aerobio de aguas residuales, mediante biocinta sumergida e instalación para su realización (BIOSTAR 1).	Título 308091
9	Método de biofiltración de un efluente líquido (copropiedad IMTA/CRIQ).	Título 306035
10	Estructura para disipación de energía y aeración de corrientes de agua.	Título 309388
11	Limitador de gasto para redes de riego a presión.	Título 315201
12	Estructura disipadora de energía y orientadora de flujo de vertedores de excedencias tipo abanico.	Título 322928
13	Modificación a la tecnología de filtración en múltiples para reúso de agua en la acuicultura, con descarga cero.	Título 325064
14	Sistema de calibración para sensores de temperatura (Sicast).	Título 322188
15	Banco de pruebas para válvulas hidráulicas de compuerta y mariposa 2" hasta 12".	Título 329455
16	Método para producir un medio filtrante orgánico activado con basidiomicetos y método para su uso en biofiltros, para remover moléculas recalcitrantes, color y reducir toxicidad en aguas residuales.	Título 332656
17	Tratamiento de lixiviados de solución nutritiva y su reúso en cultivos de hidroponía.	Título 332655
18	Sistema combinado de biofiltración-humedal para el tratamiento de aguas residuales de viviendas unifamiliares.	Título 332990
19	Remoción de nitrógeno en un reactor biológico por combinación de biomasa sumergida en lecho fijo y suspensión (modificación del sistema de lodos activados Ludzack-Ettinger).	Título 332654

**1. PATENTES Y MODELOS DE UTILIDAD 2017**

Núm.	Nombre	Estatus
20	Estación hidrométrica itinerante, auxiliar en operaciones de aforo con molinete.	Título 332648
21	Remoción de arsénico por electrocoagulación utilizando un reactor a flujo pistón y un tren complementario de tratamiento conformado por floculación mejorada, sedimentación y filtración.	Título 339216
22	Pluviógrafo ultrasónico de autosifonamiento con telemetría.	Título 338735
23	Caudalímetro ultrasónico de tres niveles con telemetría.	Título 339217
24	Reactor biológico para el tratamiento de efluentes contaminados a base de vermifiltración.	Título 344447
25	Caudalímetro ultrasónico de nivel.	Título 343387
26	Sistema de calibración para sensores de humedad relativa. (Sicashur)	Título 340878
27	Sistema de calibración para sensores de presión atmosférica (Sicaspat).	Título 341985
28	Sistema de calibración para pluviómetros digitales (Sicap).	Título 341984
29	Dispositivo aspersor modificado para riego.	Título 345978
30	Dispositivo magnético para el tratamiento de agua.	Título 347398
31	Concentrador solar de paredes planas para la desinfección del agua para consumo humano.	Modelo de utilidad
32	Biorreactor como planta de tratamiento compacta de aguas residuales municipales con un soporte sintético.	Modelo de utilidad
33	Sistema electrónico portátil para simplificar la medición del flujo de agua en canal abierto.	Modelo de utilidad
34	Prueba diagnóstica para compuestos inductores de daños biológicos causados por alteraciones en la expresión genética.	Examen de fondo
35	Mezcla cruda para la elaboración de Clinker y la subsecuente producción de cemento tipo Portland y concreto resistente al ataque ácido químico directo.	Examen de fondo
36	Utilización de bagazo de agave y de cáscara de nuez en biofiltros utilizados para el tratamiento de líquidos residuales.	Examen de fondo
37	Metrosonda.	Examen de fondo
38	Desarenador convencional para obras de generación hidroeléctrica.	Examen de fondo
39	Integrador digital de datos de estaciones hidroclimatólogicas convencionales.	Examen de forma
40	Sonda electrónica con corrección por desviación de la vertical.	Examen de fondo
41	Sensores inteligentes de temperatura y humedad relativa para estaciones agrometeorológicas.	Examen de forma

**1. PATENTES Y MODELOS DE UTILIDAD 2017**

Núm.	Nombre	Estatus
42	Banco de pruebas para la evaluación de la conformidad de medidores para agua potable fría.	Examen de forma
43	Método para producir un medio filtrante orgánico activado con basidiomicetos y métodos para su uso en biofiltros para remover moléculas recalcitrantes, color y reducir toxicidad en aguas residuales.	Examen de forma
44	Estructura de control para drenaje agrícola.	Examen de forma
45	Biofiltro para el tratamiento de residuos líquidos agroindustriales.	Examen de forma
46	Sistema y método de tratamiento de residuos líquidos y sólidos agroindustriales.	Examen de forma
47	Banco de pruebas para la evaluación de la conformidad de medidores para agua potable fría de tipo domiciliaria.	Examen de forma
48	Dispositivo para muestreo de agua y medición de parámetros físico químicos en manantiales subacuáticos.	Examen de forma
49	Sistema y proceso de tratamiento para obtención de agua de alta calidad.	Examen de forma
50	Remoción de arsénico por electrocoagulación utilizando un reactor a flujo pistón tren complementario de tratamiento conformado por floculación mejorada, sedimentación y filtración.	Examen de forma
51	Método para remoción de arsénico del agua mediante un bioadsorbente orgánico.	Examen de forma
52	Banco de resistencias programables para caracterización de celdas de combustible microbianas.	Examen de forma



2. VINCULACIÓN CON CENTROS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO Y UNIVERSIDADES

Proyecto	Institución	Objetivo
Formación de los recursos humanos en los campos del conocimiento en Ingeniería Ambiental/Agua, Ingeniería Civil/Hidráulica	Universidad Nacional Autónoma de México	Fortalecer la formación de recursos humanos en los campos del conocimiento en Ingeniería Ambiental/Agua, Ingeniería Civil/Hidráulica, en lo correspondiente a lo que se imparte en el Programa de Posgrado en Ingeniería de la UNAM, Campus Morelos.
Evaluación experimental de estrategias para reducir la liberación de nutrientes y de mercurio en sedimentos de la presa Valle de Bravo, una fuente de agua para la zona metropolitana de la Ciudad de México	The University of California Institute for Mexico and the United States UC MEXUS	Evaluar estrategias para reprimir la carga interna de contaminantes en el embalse de Valle de Bravo, un gran reservorio de abastecimiento de agua que sirve a la Ciudad de México.
Generación de un inventario nacional de corrientes marinas, mareas y procesos asociados (dinámica sedimentaria) y su variabilidad bajo distintas condiciones ambientales	Universidad Nacional Autónoma de México	Colaboración para llevar a cabo las líneas estratégicas de investigación del Centro Mexicano de Innovación en Energía del Océano, centro de investigación con mayores capacidades para el desarrollo de tecnologías de altos impactos social e industrial, así como con el mayor número de líneas de investigación exitosas en Latinoamérica.
Intercambio académico	Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Lerma UAM-L	Apoyo mutuo para que personal docente y/o investigador, tanto de la Universidad Autónoma Metropolitana como del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, puedan participar en las actividades de enseñanza de cada institución.



3. CATÁLOGO DE PROYECTOS EN DESARROLLO (JUNIO 2017)

Objetivo 1. Generar, aplicar y transferir conocimiento para incrementar las capacidades de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación del sector agua

Transferencia de tecnología = (Número de proyectos con tecnología transferida a un usuario en ejecución en el periodo / Número total de proyectos realizados) * 100

INDICADOR

Avance 2017
23.5%

Meta 2018
25%

CLAVE

NOMBRE DEL PROYECTO

DP1712.1

Estimación y dispersión de contaminantes en el río Yaqui (Sonora, México); evaluación y riesgos ambientales.

DP1431.5

Modelación numérica de la circulación de la Bahía de Todos Santos, BC, México.

DP1623.6

Generación de un inventario nacional de corrientes marinas, mareas y procesos asociados (dinámica sedimentaria) y su variabilidad bajo distintas condiciones ambientales.

DP1626.5

Consolidación del Repositorio Institucional del IMTA.

DP1627.6

Optimización de los procesos de tratamiento de residuos provenientes de la remoción de arsénico en agua para consumo humano.

HC1708.1

Estudio del nivel del mar, erosión y subsidencia en la planicie costera del sur del Golfo de México.

HC1709.1

Estudio de los flujos de gases de efecto invernadero (GEI) en el embalse de Valle Bravo.

HC1712.1

IMTA Verde.

HC1713.1

Desarrollo de tecnología para el diseño contra socavación en pilas y estribos de puente mediante rugosidad artificial y diseño hidrodinámico.

HC1715.1

Desarrollo de instrumentación para monitoreo de seguridad estructural de obras hidráulicas.

HC1719.4

Estudio en modelo físico del funcionamiento hidráulico de la obra de excedencia del Proyecto Hidroeléctrico Arenal (Etapas I-II).

RD1701.1

Caracterización agroclimática de la agricultura protegida para la seguridad alimentaria y su adaptación ante el cambio climático.



RD1707.1	Producción agrícola en distritos de riego, bajo condiciones de ensalitramiento y escasez de agua de riego propiciados por el calentamiento global.
RD1715.1	Uso de sensores remotos para la gestión sustentable de recursos hídricos y seguridad hídrica en zonas agrícolas.
RD1717.1	Uso de redes inteligentes para el monitoreo de extracciones en sistemas de bombeo agrícola.
RD1718.6	Desalinización de agua subterránea salobre mediante energía solar para aplicaciones de riego agrícola en zonas rurales.
TC1702.1	Estrategias analíticas y de monitoreo para la determinación de contaminantes emergentes y no regulados de importancia sanitaria y ambiental en agua (Primera etapa).
TC1703.1	Recuperación de agua y protección del medio ambiente mediante el tratamiento de descargas producidas por los sistemas de potabilización (Parte I: Diagnóstico).
TC1704.1	Tecnologías para tratamiento biológico avanzado de aguas residuales y generación de energía, a partir del contenido de las aguas residuales para el mejoramiento de la salud ambiental y humana.
TC1705.1	Análisis de la integridad hidroecológica de una cuenca con presión hídrica.
TC1414.6	Investigar y modelar la cantidad y calidad del agua en la región fronteriza México-Estados Unidos de América, con el enfoque al control de las descargas de aguas residuales (Etapa IV).
TC1420.5	Impacto de las actividades humanas en la calidad del agua del río Hondo, Quintana Roo.
TC1443.4	<i>Investigation of the Impact of Arundo donax in México and Evaluation of Candidate Biological Control Agents.</i>
TC1514.6	Caracterización de un sistema híbrido conformado por un stack de celdas de combustible microbianas- paneles fotovoltaicos para la producción de electricidad a través del tratamiento de aguas residuales y radiación solar (Tercera etapa).
TC1707.6	Evaluación de la calidad y cantidad de agua del río Cuautla, Morelos, sus afluentes y descargas de aguas residuales.
TC1721.6	Estrategia para estimar y calcular las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la cuenca del río Apatlaco, que coadyuve en la educación ambiental de la población en el estado de Morelos.
TH1711.1	Instalación y puesta en operación de una red nacional de monitoreo de la composición isotópica estable de la precipitación pluvial, para estudio del funcionamiento de acuíferos y comportamiento del agua en el ciclo hidrológico (Segunda parte).
TH1717.1	SMART IMTA.
TH1516.4	Análisis de metodologías para la obtención de nuevos escenarios de cambio climático a menor escala, que incluyan métodos estadísticos y métodos dinámicos para México.
TH1519.6	Dinámica de benzo(a)pireno en medios porosos y su repercusión en la contaminación del agua.
TH1626.6	Impactos socioambientales del cambio climático registrados en la cuenca del río Conchos y del río Usumacinta, de acuerdo con los criterios del IPCC 2014 (Etapas 2 y 3).



TH1632.6	Evaluación de la disponibilidad de energía y potencia de las olas: determinación de las condiciones medias y extremas de oleaje en la zona costera.
TH1638.5	Evaluación experimental de estrategias para reducir la liberación de nutrientes y de mercurio en sedimentos de la presa Valle de Bravo, una fuente de agua para la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.
TH1706.4	Análisis de la reproducción de procesos atmosféricos que afectan el clima mexicano, mediante simulaciones regionales del clima.
Objetivo 2. Formar capital humano especializado para la profesionalización y productividad del sector hídrico	
Capacitación y posgrado = Sumatoria del producto del número de participantes de cada evento por el número de horas de educación continua y posgrado.	
INDICADOR	Avance 2017 68 794
	Meta 2018 45 000
CLAVE	NOMBRE DEL PROYECTO
CP1714.1	Foro Internacional sobre Seguridad Hídrica.
CP1715.1	Elaboración de material educativo enfocado a la Seguridad Hídrica.
CP1717.3	Fortalecimiento institucional y desarrollo de capacidades para la gestión sustentable y equitativa del agua y el saneamiento.
DP1318.2	Fortalecer la formación de los recursos humanos en los campos del conocimiento en Ingeniería Ambiental/Agua, Ingeniería Civil/Hidráulica, en lo correspondiente a lo que se imparte en el Programa de Posgrado en Ingeniería de la UNAM Campus Morelos, en el ejercicio 2016.
DP1437.2	Fortalecer y apoyar el Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería de la UNAM, y coadyuvar en el desarrollo de los campos disciplinarios de la Ingeniería Ambiental-Agua e Ingeniería Civil-Hidráulica, en especial en las actividades académicas desarrolladas en el Campus Morelos con las entidades participantes: Facultad de Química, Instituto de Energías Renovables, Instituto de Ingeniería, Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, y Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, en el ejercicio 2016.
DP0520.6	Maestría y doctorado en Gestión Integral del Agua en Cuencas y Acuíferos, del Posgrado en Ciencias y Tecnología del Agua.
DP1707.1	Operación del Centro de Capacitación Jiutepec del IMTA y auditorio.
DP1713.1	Operación de los programas de Posgrado del IMTA.



DP1714.1	Marco latinoamericano de competencias laborales del sector hídrico.
DP1717.1	Cursos a distancia en temas de Seguridad Hídrica.
DP1718.1	Competencias laborales para la mejora en la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento.
DP1725.3	Cursos técnicos hídricos 2017 para la formación de los servidores públicos de la Comisión Nacional del Agua, a escalas nacional y regional hidrológico-administrativo.
RD1702.1	Cooperación y agua transfronteriza en el Río Bravo, México: una visión retrospectiva.
TH1708.2	Organización del VI Simposio Internacional sobre Manejo de Sedimentos.
TH1713.1	Reunión de expertos en gestión integrada de sequías.
Objetivo 3. Desarrollar instrumentos que apoyen la política hídrica y administración del agua para contribuir a un crecimiento verde incluyente	
INDICADOR	Influencia de la investigación y desarrollo tecnológico del IMTA en la política pública y la toma de decisiones del sector ambiental = Número de proyectos vinculados con instrumentos de la política hídrica y la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos / Total de proyectos realizados) * 100
	Avance 2017 Meta 2018 22.7% 20%
CLAVE	NOMBRE DEL PROYECTO
CP1710.1	Desarrollo del Programa Estratégico Institucional para la Seguridad Hídrica.
CP1711.1	Estrategia de atención para la introducción de agua potable en comunidades rurales dispersas.
CP1736.3	Estudio de factibilidad ambiental y desarrollos sustentables urbano, social y legal para el desarrollo de estrategias participativas y de mediación social en la construcción de sistemas de humedales artificiales (SHA), para saneamiento del aporte del río Amanalco a la presa Valle de Bravo.
DP1710.1	Regulación de los servicios de agua potable y saneamiento en México.
DP1711.1	Catálogo de medidas de adaptación y mitigación por región hidrológico-administrativa, para enfrentar el cambio climático en México.
DP1715.1	Impacto de las tarifas de agua potable en el desarrollo económico de las regiones.



DP1716.1	Valoración económica del agua para su uso eficiente en la agricultura e industria.
HC1707.1	Evaluación de las tomas directas en ríos. Casos de estudio: Mezcalapa-Samaria-Carrizal, Villahermosa, Tabasco.
HC1711.1	Índices de Seguridad Hídrica (ISH).
HC1718.1	Transferencia de recursos para la realización del diagnóstico de la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, para su regulación en el marco del proyecto DP-1710.1 Regulación de los servicios de agua potable y saneamiento en México.
RD1704.1	Análisis de alternativas para el desarrollo de proyectos de zonas de riego y drenaje en climas tropicales.
RD1705.1	Aprovechamiento del agua y empleo de energía renovable en la producción agropecuaria y en el manejo integral de cuencas.
TC1701.1	Programa de Ordenamiento Territorial del IMTA (Poeti).
TH1709.1	Implementación del Programa Estratégico de Cambio Climático del IMTA.
TH1710.1	Soporte técnico y científico para la formulación del Programa Nacional Hídrico (Primera etapa).
TH1712.1	Estrategia nacional de seguridad hídrica para el manejo de aguas transfronterizas México-EUA.
TH1715.1	Formulación de programa estratégico para la conformación de un CEMIE-HIDRO.
HC1328.4	Coordinación técnica del Programa para la Recuperación Ambiental de la Península de Yucatán.
HC1333.4	Diagnóstico integral de planeación y modelación hidráulica en las cabeceras municipales de Campeche (Campeche), Benito Juárez (Cancún) y Mérida (Mérida).
HC1422.4	Coordinación técnica del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro (Etapa 4).
HC1423.4	Fortalecimiento a la transferencia de tecnologías apropiadas.
HC1716.3	Alineación de procedimientos de facturación de consumos (medidos y estimados) para la reducción de pérdidas aparentes en SEAPAL Vallarta.
RD1611.4	Prácticas y obras para la repoblación forestal y conservación de suelos.
RD1612.4	Proyecto piloto del sistema de captación de agua de lluvia para riego.
RD1616.3	Restauración de la microcuenca y Barranca del Carmen, municipio de Atlixco, Puebla.
RD1618.3	Planeación productiva de la Sierra Gorda, Querétaro.



TC1624.3	Estudio de factibilidad ambiental y desarrollos sustentables urbano, social y legal para el desarrollo de estrategias de penetración y mediación social que establezcan las bases para la adquisición de predios destinados a la construcción de los sistemas de humedales artificiales (SHA), para saneamiento del aporte del río Amanalco a la presa Valle de Bravo, Estado de México.			
TH1627.3	Proyecto integral de drenaje pluvial de la ciudad de Matamoros, Tamaulipas.			
TH1628.3	Proyecto integral de drenaje pluvial de la ciudad de Reynosa, Tamaulipas.			
TH1645.3	Estudio técnico justificativo para establecer una Reserva de Agua en la Cuenca Hidrológica del Río Verde.			
Objetivo 4. Proveer servicios científicos y tecnológicos de alto valor agregado para fortalecer las capacidades institucionales del sector agua				
INDICADOR	Servicios científicos y tecnológicos = (Sumatoria de proyectos que desarrolla el IMTA que prestan servicios científicos y tecnológicos / Total de proyectos del IMTA en el periodo) * 100			
	<table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">Avance 2017</td> <td style="text-align: center;">Meta 2018</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">44.7%</td> <td style="text-align: center;">65%</td> </tr> </table>	Avance 2017	Meta 2018	44.7%
Avance 2017	Meta 2018			
44.7%	65%			
CLAVE	NOMBRE DEL PROYECTO			
DP1722.3	Fortalecer la capacidad institucional para la atención y registro de los usuarios de aguas nacionales (Objetivo II).			
DP1740.3	Fortalecimiento de la capacidad institucional para la atención y registro de solicitudes de los usuarios de aguas nacionales (Objetivo I).			
HC1424.4	Seguimiento transferencia y rehabilitación de humedales artificiales.			
HC1425.4	Acciones de eficiencia de los OOAPAS ribereños.			
HC1427.4	Sistema de captación de agua de lluvia en escuelas rurales.			
HC1626.3	Supervisión de las acciones del proyecto ejecutivo del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado (SAPAS) de Silao, Guanajuato.			
HC1632.3	Supervisión de las acciones del proyecto ejecutivo del Organismo Público Descentralizado para la Prestación de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del municipio de San Mateo Atenco, Estado de México (Opdapas).			
HC1633.3	Supervisión de acciones del proyecto ejecutivo de la Comisión Estatal de Aguas de Querétaro.			
HC1717.7	Servicios menores para realizar monitoreo de calidad del agua del lago de Pátzcuaro y mantenimiento de estaciones climatológicas instaladas en el lago de Pátzcuaro.			



HC1790.3	Ingresos propios por servicio de evaluación de medidores.
HC1791.3	Ingresos propios de caracterización de molinetes de particulares y evaluación de equipos.
RD1706.1	Identificación de zonas con drenaje agrícola y valoración general de su impacto en la producción.
RD1622.3	Seguimiento y evaluación en 2 000 hectáreas incorporadas al proyecto de riego por gravedad tecnificado, en el Distrito de Riego 043, Estado de Nayarit.
RD1624.3	Desarrollar los trabajos de coordinación, seguimiento y evaluación de la componente riego por gravedad tecnificado, en una superficie de 22 000 hectáreas, en los distritos de riego 063 Guasave, 075 Río Fuerte y 076 Valle del Carrizo, Estado de Sinaloa.
RD1625.3	Desarrollar los trabajos de coordinación, seguimiento y evaluación de la componente riego por gravedad tecnificado, en una superficie de 18 000 hectáreas, en los distritos de riego 010 Culiacán Humaya, 074 Mocorito, 108 Elota Piaxtla y 109 San Lorenzo, Estado de Sinaloa.
RD1626.3	Desarrollar los trabajos de coordinación, seguimiento y evaluación de la componente riego por gravedad tecnificado, en una superficie de 8 000 hectáreas, en el Distrito de Riego 011 Alto Río Lerma, Guanajuato.
RD1713.3	Actualización del proyecto ejecutivo de sobreelevación del Canal Principal Humaya y presa derivadora Andrew Weiss, en el estado de Sinaloa (Cuarta etapa).
RD1714.4	Rehabilitación de equipos y estructuras con tecnología de bajo costo, para la medición del flujo de agua en canales y parcelas de los módulos de riego.
TC1521.3	Ingeniería de detalle, implementación, puesta en marcha e inicio de operación de la infraestructura que permita mejorar el abasto y la calidad del agua en la Región Lagunera, Coahuila de Zaragoza.
TC1525.4	Control de malezas acuáticas y recuperación de las especies emblemáticas.
TC1607.3	Planta piloto para la producción de agua potable y libre de contaminantes emergentes, a partir del agua subterránea del Valle del Mezquital, con base en un sistema de membranas.
TC1608.3	Estudio de la tratabilidad de las aguas residuales fenólicas generadas en la planta de la industria Oxiten México, S. A de C. V., Coatzacoalcos (Veracruz), y desarrollo del sistema de tratamiento.
TC1622.3	Determinación del origen de la contaminación en pozos de los ramales Tláhuac (Netzahualcóyotl) y Mixquic-Santa Catarina, y estudio de alternativas de tratamiento para entrega de agua potable en los puntos denominados: Viveros-Cuenca Lechera y Hospital Psiquiátrico, Distrito Federal.
TC1629.3	Proyecto de potabilización para la remoción de manganeso de los pozos de la cabecera municipal de Jaral del Progreso, Guanajuato.
TC1632.3	Ingeniería de detalle, implementación, puesta en marcha e inicio de operación de la infraestructura que permita mejorar el abasto y la calidad del agua en la Región Lagunera, Coahuila (Etapa 20169).



TC1633.3	Programa de Biomonitorio de Riesgo Ecológico, Análisis Ecológico de la Comunidad de Macroinvertebrados y Evaluación de Alteración por Metales en el Mentón de Quironómidos, en el Sistema Acuático de los Ríos Bacanuchi y Sonora.				
TC1706.3	Ingeniería de detalle, implementación e inicio de operación de la infraestructura que permita mejorar el abasto y calidad del agua en la Región Lagunera, Durango (Etapa 2016).				
TC1708.3	Asistencia técnica en: 1) reingeniería preliminar para la ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) Las Arenitas, Mexicali, BC; 2) elaboración del diseño conceptual de la rehabilitación y/o adecuación de las unidades del proceso biológico en la PTAR Tecate, y 3) Taller en evaluación y optimización de prácticas operativas en los procesos y operaciones unitarias de una PTAR.				
TH1719.3	Determinación de las necesidades de suministro de energía eléctrica limpia de la Conagua y de la infraestructura requerida para su generación.				
Objetivo 5. Difundir información y conocimiento científico y tecnológico en materia de agua para contribuir a una participación informada de la sociedad mexicana					
Producción científica = Sumatoria del número de artículos publicados en revistas arbitradas, número de artículos en publicaciones no arbitradas, número de libros publicados y capítulos de libros publicados sobre el número de especialistas en hidráulica del IMTA.					
INDICADOR	<table border="1"> <tr> <td>Avance 2017</td> <td>Meta 2018</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.76</td> <td style="text-align: center;">1.5</td> </tr> </table>	Avance 2017	Meta 2018	0.76	1.5
Avance 2017	Meta 2018				
0.76	1.5				
CLAVE	NOMBRE DEL PROYECTO				
CP1708.2	Edición de la revista de divulgación <i>Agua Simple</i> .				
CP1709.2	Edición de la revista <i>Tecnología y Ciencias del Agua</i> .				
CP1712.1	Programa de Comunicación Efectiva sobre Seguridad Hídrica.				
CP1713.1	Canal IMTA.				
CP1716.1	Centro Interactivo de Tecnología del Agua del IMTA.				
CP1718.1	Apoyo al proyecto de producción agrícola en distritos de riego, bajo condiciones de ensalitramiento y escasez de agua de riego propiciadas por el calentamiento global.				
CP1626.3	Consultoría para el fomento de la nueva cultura del agua en el proyecto de saneamiento de las zonas marginadas del Valle de La Sabana, Guerrero.				
CP1632.7	Difusión de acciones del IMTA auspiciadas por la Fundación Gonzalo Río Arronte, en el lago de Pátzcuaro.				



CP1634.7	Control de malezas acuáticas y recuperación de las especies emblemáticas.
CP1719.3	Consultoría para el fomento de la nueva cultura del agua en el proyecto de saneamiento de las zonas marginadas del Valle de La Sabana, Guerrero (Segunda etapa).
CP1720.6	Mejora de la legibilidad digital del contenido. Mayor accesibilidad y visibilidad de la revista <i>Tecnología y Ciencias del Agua</i> .
DP1706.2	Administración del Centro de Conocimiento del Agua.
HC1706.1	Centro Categoría 2 del PHI-UNESCO sobre Seguridad Hídrica.
HC1710.1	Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores de Agua (Pigoo).
HC1714.1	Elaboración del libro <i>Tecnologías apropiadas para el acceso sostenible al agua en el medio rural marginado</i> .
HC1420.4	Espacios de Educación Ambiental y Cultura del Agua.
HC1533.4	Sistema de información para incentivar el cobro-pago del agua (Fase II, 2015-2018).
RD1703.1	Redes temáticas en materia de Seguridad Hídrica.
RD1617.3	Integración del sistema de información geográfica de superficies y usuarios del aprovechamiento Atlimeyaya, microcuenca del río Cantarranas, y monitoreo de aforos, Atlixco, Puebla.
TH1714.1	Comité Nacional Mexicano del PHI.



Objetivo 6. Consolidar la cooperación técnica internacional del IMTA en materia de agua		
INDICADOR	Cooperación técnica internacional = Sumatoria de actividades y proyectos de cooperación técnica internacional que se encuentren en desarrollo en el periodo	
	Avance 2017	Meta 2018
CLAVE	NOMBRE DEL PROYECTO	
CE1101.9	Proyecto de adaptación de humedales costeros del Golfo de México, ante los impactos del cambio climático.	
CP1737.4	Desarrollo, ejecución y fortalecimiento de capacidades técnicas para el manejo de los recursos hídricos en El Salvador.	
TC1451.4	Servicios de consultoría al Programa de Protección Ambiental Municipal, México (II).	
TC1526.7	Mejora en el manejo de plantas acuáticas exóticas invasoras.	



4. PROYECTOS CONACYT

CLAVE	NOMBRE DEL PROYECTO
CP1720.6	Mejora de la legibilidad digital del contenido. Mayor accesibilidad y visibilidad de la revista <i>Tecnología y Ciencias del Agua</i> .
DP0520.5	Maestría y doctorado en Gestión Integral del Agua en Cuencas y Acuíferos, del Posgrado en Ciencias y Tecnología del Agua.
DP1431.5	Modelación numérica de la circulación de la Bahía de Todos Santos, BC, México.
DP1623.6	Generación de un inventario nacional de corrientes marinas, mareas y procesos asociados (dinámica sedimentaria) y su variabilidad, bajo distintas condiciones ambientales.
DP1626.5	Consolidación del Repositorio Institucional del IMTA.
DP1627.6	Optimización de los procesos de tratamiento de residuos provenientes de la remoción de arsénico en agua para consumo humano.
RD1718.6	Desalinización de agua subterránea salobre mediante energía solar para aplicaciones de riego agrícola en zonas rurales.
TC1414.6	Investigar y modelar la cantidad y calidad del agua en la región fronteriza México-Estados Unidos de América, con enfoque al control de las descargas de aguas residuales (Etapa IV).
TC1420.5	Impacto de las actividades humanas en la calidad del agua del río Hondo, Quintana Roo.
TC1514.6	Caracterización de un sistema híbrido conformado por un <i>stack</i> de celdas de combustible microbianas-paneles fotovoltaicos para la producción de electricidad, a través del tratamiento de aguas residuales y radiación solar (Tercera etapa).
TC1707.6	Evaluación de la calidad y cantidad de agua del río Cuautla, Morelos, sus afluentes y descargas de aguas residuales.
TC1721.6	Estrategia para estimar y calcular las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la cuenca del río Apatlaco, que coadyuve en la educación ambiental de la población en el estado de Morelos.
TH1519.6	Dinámica de benzo(a)pireno en medios porosos y su repercusión en la contaminación del agua.
TH1626.6	Impactos socioambientales del cambio climático registrados en la cuenca del río Conchos y del río Usumacinta, de acuerdo con criterios del IPCC 2014 (Etapas 2 Y 3).
TH1632.6	Evaluación de la disponibilidad de energía y potencia de las olas: determinación de las condiciones medias y extremas de oleaje en la zona costera.
TH1638.5	Evaluación experimental de estrategias para reducir la liberación de nutrientes y de mercurio en sedimentos de la presa Valle de Bravo, una fuente de agua para la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

