



**PUMAGUA**



Jornadas del  
**AGUA**  
UNAM

# MEMORIA

Quinto Encuentro Universitario del Agua



# Jornadas del AGUA

U N A M

---

## - Memoria de las Jornadas del Agua UNAM - Quinto Encuentro Universitario del Agua

### **Autores**

Fernando J. González Villarreal  
**Coordinador Técnico Red del Agua UNAM,  
Director PUMAGUA**

Malinali Domínguez Mares  
**Coordinadora Ejecutiva Red del Agua UNAM**

Jorge Alberto Arriaga Medina  
**Asistente de investigación**

Joel Santamaría García  
**Diseño, formación y fotografías**

2013

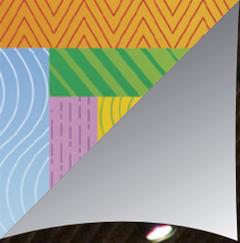
# Contenido

Introducción .....	7
Conferencia magistral .....	11
La Red del Agua en el Plan Nacional de Desarrollo	
<i>Dr. Fernando González Villarreal,</i>	
<i>Coordinador Técnico de la Red del Agua UNAM</i>	
Sesiones temáticas .....	17
Elementos para una nueva gobernabilidad del agua en México .....	17
Impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos .....	23
Manejo de conflictos por el agua .....	32
Hacia la construcción de una agenda común:	
Agua, Energía y Alimentos .....	39
Ejerciendo el derecho humano al agua .....	45
Presentación de proyectos .....	53
Desarrollo económico y social .....	53
Soluciones técnicas al manejo del agua .....	59
Procesos hidrológicos y gestión de cuencas .....	63
Exposición de carteles .....	69
Lecciones aprendidas .....	73





*A la memoria del doctor **Héctor Bravo Pérez,**  
profesor del Posgrado de Economía y miembro distinguido de la Red del Agua UNAM.*



# Introducción

Del 27 al 29 de agosto, en la Torre de Ingeniería, se llevaron a cabo las Jornadas del Agua UNAM, organizadas por la Universidad Nacional Autónoma de México a través de la Red del Agua y el Programa de Manejo, Uso y Reuso del Agua. Con el objetivo de intercambiar experiencias y conocimientos generados desde las distintas áreas de conocimiento ocupadas en el tema hídrico, las Jornadas congregaron al sector académico, privado y público para ofrecer posibles soluciones a los problemas que atraviesa México en la materia.

En el evento participaron dependencias gubernamentales como la Comisión Nacional del Agua, la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía y la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, representantes de la Cámara de Diputados, asociaciones civiles como OXFAM y Asociación de Empresas de Agua y Saneamiento, instituciones académicas como la Universidad Autónoma Metropolitana, el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, la Universidad Iberoamericana, el Colegio de México, la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales y la UNAM, académicos y funcionarios nacionales provenientes de Oaxaca, Sonora, Nuevo León, Estado de México, Veracruz y Chihuahua, y ponentes internacionales de España y Estados Unidos. Esta diversidad de expositores permitió fortalecer los vínculos entre sectores y actores para formular rutas de acción integrales.

Las Jornadas del Agua estuvieron integradas por el Seminario de Manejo del Agua en el Contexto Urbano, las Segundas Jornadas Técnicas de la Gestión Integral de la Recarga de Acuíferos y el V Encuentro Universitario del Agua. Durante los tres días de duración, se desarrollaron tres conferencias magistrales, seis sesiones sobre manejo del agua en el contexto urbano, cuatro sobre gestión integral de recarga de acuíferos, tres sobre proyectos universitarios, cinco sobre temas de relevancia nacional e internacional y una exposición de carteles.

Estas Memorias recuperan las conclusiones más importantes de las mesas del V Encuentro Universitario del Agua, organizado en los siguientes temas:

- Agua, Energía y Alimentos
- Cambio Climático
- Derecho Humano al Agua
- Gobernabilidad

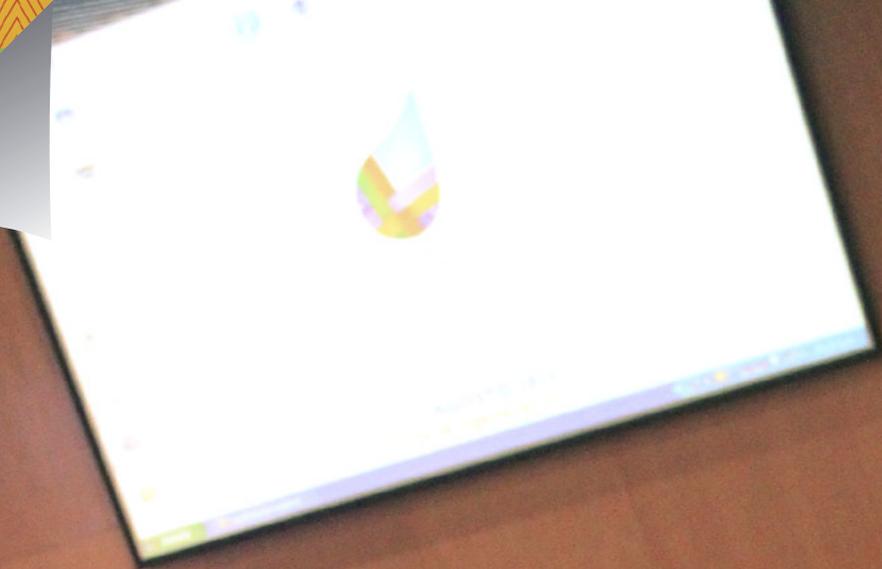
El V Encuentro Universitario del Agua no sólo ofreció a los asistentes un panorama actual de los recursos hídricos en México y de los grandes retos por los que atraviesa el sector hidráulico en los temas señalados, sino que se presentaron propuestas precisas sobre metodologías, cambios legales, innovaciones tecnológicas y nuevos enfoques participativos para hacer realidad los principios de la gestión integral de los recursos hídricos.

Con la seguridad de que lo planteado en estas mesas contribuirá a fortalecer el debate interdisciplinario y multisectorial necesario para fortalecer un manejo eficiente del agua en México, compartimos los siguientes resultados.





Primeras actividades en las Jornadas.



# Conferencia magistral

## LA RED DEL AGUA EN EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO

*Dr. Fernando González Villarreal, Coordinador Técnico de la Red del Agua UNAM*

**LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO HA DEMOSTRADO** un profundo compromiso social al ofrecer conocimientos y tecnologías para solucionar los principales problemas que atraviesa el país en múltiples temáticas, siendo la ambiental una de sus prioridades. Con el convencimiento de que la solución efectiva de los problemas relacionados con el uso, aprovechamiento y conservación del agua, debe visualizarse desde una perspectiva interdisciplinaria y con un enfoque integral, veintiséis dependencias universitarias decidieron en 2006, en el marco del IV Foro Mundial del Agua, crear la Red del Agua UNAM (RAUNAM) como el espacio por excelencia en el que los universitarios ocupados en la temática hídrica intercambiaran experiencias y debatieran sobre los temas más importantes a nivel nacional y mundial.

Desde su conformación, la RAUNAM ha realizado múltiples actividades y proyectos en los se pretende la participación del sector académico, gubernamental y privado y con conocimientos provenientes de múltiples disciplinas. De esta forma, la RAUNAM ha trascendido los espacios universitarios, llegando incluso a plantear una serie de orientaciones estratégicas para el manejo del agua en México e incidir de esta forma en la planeación hídrica, entendida como un proceso para explorar el futuro, fijar objetivos, presentar alternativas posibles y señalar la forma de alcanzar las metas en plazos determinados.

La historia de la política hidráulica en México arroja dos importantes conclusiones: 1) en México hay suficiente agua para cubrir la demanda de los usos, siempre y cuando se haga un buen manejo de ella, y 2) es necesaria una gestión más descentralizada e incluyente para tener más eficiencia y poder proveer los medios para la resolución de conflictos. La política hídrica, dada su centralidad para la reproducción de la vida, la conservación de los ecosistemas y el desarrollo de la sociedad, debe elevarse a rango de política de Estado, es decir, tras-



Fernando J. González Villarreal durante su conferencia.

cender administraciones federales, tener consistencia, obligar a rendir cuentas e involucrar a todos los sectores sociales. El comienzo de una nueva administración, que tiene como obligación definir una estrategia para la gestión del agua, representa una importante oportunidad para que el conocimiento generado por los miembros de la Red sea considerado en su elaboración.

En específico, la RAUNAM se plantea intervenir en cada uno de los cinco ejes establecidos por el gobierno federal de la siguiente manera:

1. México en Paz. Investigar las causas de la multiplicación de los conflictos por el agua por considerarlo parte de la seguridad nacional y reconocer que su resolución favorece un marco de gobernabilidad, legalidad y democracia. El reto más importante es centrar la investigación en evaluar la figura más idónea para que evitar los conflictos: tribunal, procuraduría o instancia de conciliación y arbitraje.
2. México Incluyente. Determinar alternativas factibles para hacer realidad el derecho humano al agua y saneamiento, mejorar la salud pública e impulsar el acceso al agua de la población con más



Preguntas del público al Dr. González.

altos grados de marginación. El Programa de Manejo, Uso y Reuso del Agua en la UNAM ha probado contribuir en el alcance de estos objetivos, por lo que se busca su extensión a poblaciones de tamaño medio en Puebla, Oaxaca y Tlaxcala mediante un programa piloto, susceptible de replicarse en todo el país.

3. México con Educación de Calidad para Todos. Preparar recursos humanos capacitados para enfrentar los nuevos retos mediante el uso de las tecnologías de la información y la comunicación. Ello mediante la generación de sistemas de apoyo a la toma de decisiones basadas en conocimiento científico y tecnológico de alto prestigio generado en los espacios universitarios, el impulso a una nueva cultura del agua con la creación de la Sala del Agua en el UNIVERSUM, la creación de un libro de Políticas Públicas del Agua y la apertura de un currículo del agua que recoja una visión multidisciplinaria e integral.
4. México Próspero. Participar en el diseño de infraestructura hidráulica para el crecimiento económico y la competitividad considerando el cambio climático. En particular se plantea la continuación de

los proyectos para el manejo de humedales y fomentar aquellos que destaquen los nexos entre agua-energía-alimentos.

5. México con Responsabilidad Global. Se propone participar en foros mundiales y regionales con trabajos relevantes de investigación interdisciplinaria, además de desarrollar la Red con mayor conectividad con instituciones académicas internacionales del más alto prestigio, como lo ha venido haciendo con instituciones de Holanda y Australia.

Desde la perspectiva de la Red, las propuestas señaladas deben integrarse en los siguientes ejes:

- a) Tener agua limpia.
- b) Avanzar en la realidad en el derecho humano al agua y saneamiento.
- c) Manejo eficiente y balanceado de las cuencas hidrológicas en un marco de crecimiento verde.
- d) Mitigar los riesgos asociados a los eventos hidrometeorológicos extremos (inundaciones y sequías) y al cambio climático.
- e) Fortalecer el desarrollo económico y social mediante la utilización eficiente del agua en la producción de alimentos y energía.

Con estas propuestas, que se nutren del conocimiento de todos los miembros de la Red y de los asistentes de las múltiples actividades por ella organizada, la RAUNAM puede contribuir en el análisis y las discusiones fundamentales para la toma de decisiones en el país y reafirmar de esta manera la vocación de la Universidad.





Asistentes a la conferencia.





# Sesiones temáticas

## ELEMENTOS PARA UNA NUEVA GOBERNABILIDAD DEL AGUA EN MÉXICO

**LA ESCASEZ RELATIVA QUE EXPERIMENTAN ALGUNAS REGIONES DE MÉXICO** no tiene como base únicamente factores geográficos, sino que es consecuencia de una crisis de gobernabilidad y gobernanza, que se traduce en una mala planeación y gestión de los recursos hídricos. Desde el año 2000, en el II Foro Mundial del Agua, se reconoció que la gobernabilidad es un proceso que debe estar ligado a la gestión integral de los recursos hídricos, pues la participación de todos los actores resulta esencial para su manejo eficiente. Un año más tarde, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, enfatizó que la crisis del agua que se vivía era una crisis de gobernanza y no sólo de gobernabilidad. A partir de entonces, diversos foros nacionales y globales han dedicado esfuerzos a comprender la dinámica establecida entre los diversos actores a múltiples escalas para gestionar sus recursos hídricos y en encontrar metodologías y propuestas que hagan efectiva la participación de todos los grupos, en especial de aquellos que tradicionalmente han sido excluidos. Considerando estos factores, la mesa planteó como objetivo debatir sobre el marco jurídico, institucional, de participación social y de acceso a la información y rendición de cuentas necesarios para hacer efectiva una nueva gobernabilidad del agua en México.

### **La gobernanza del agua como mecanismo integrador**

*Dra. Patricia Phumpiu, Investigadora,  
Centro del Agua para América Latina y el Caribe, ITESM*

Cuando se habla de gobernanza, los temas centrales a tratar son la obtención del agua por demanda, el ciclo del agua y de los ecosistemas, el sobre uso de los recursos hídricos, su contaminación y la competencia entre usos y usuarios. Las políticas hídricas a nivel mundial tienden hacia una descentralización en la toma de decisiones, a una

integración sectorial y a una participación activa en la generación de soluciones para atender los temas señalados, es decir, se perfecciona un sistema de gobernanza que une las esferas políticas, con la social y la administrativa, aunque con una inclinación primordial por la participación de la sociedad civil. La gobernanza es entonces un proceso a largo plazo que tiene como unidad de análisis al agua, a la sociedad y a los ecosistemas.

En los últimos años se han desarrollado diversas perspectivas para la gestión intentando solucionar deficiencias de los alcances anteriores. El más acabado de ellos es la gestión integrada de los recursos hídricos, pues denota un deseo de comprometer un rango de perspectivas en diferentes escalas en tiempo y espacio, no obstante, su generalidad requiere de crear un sistema de adaptabilidad que sea capaz de vincular lo humano con lo tecnológico y ambiental, es decir, buscar la diversidad en la unidad, diversidad de visiones, características, necesidades y aspiraciones. Esta gobernanza para el desarrollo debe ser capaz de integrar la dimensión ambiental y de derechos humanos y ubicarse a diferentes niveles, pues requiere la coordinación entre comunidades, municipios, estados y países.



La Dra. Phumpiu durante su intervención.

El sistema de adaptabilidad para la gobernanza del agua debe estar basado en la retroalimentación entre el aprendizaje social y la implementación de técnicas. Debe considerar además el manejo de cuenca y los sistemas de agua y saneamiento, establecer políticas de corto, mediano y largo plazo con base en el dinamismo de la oferta y la demanda del recurso y en un plan integral que asegure la descentralización de la toma de decisiones. El sistema también debe considerar las incertidumbres en el aprendizaje y procesos de toma de decisiones, incertidumbre del sistema mismo, de los riesgos en la gestión del agua integrada y de las diferentes percepciones y conflictos de interés que surgen ante la necesidad de definir un problema. En general, la gobernanza requiere generar conciencia y condiciones para que los actores sean capaces de intervenir en la gestión del agua.

### **Elementos para una nueva gobernabilidad del agua en México**

*Dra. Judith Domínguez Serrano, Gerente de Políticas Públicas  
y Marco Legal de la Comisión Nacional del Agua*

Cuando las instituciones internacionales y luego las nacionales reconocieron la existencia de una crisis de gobernabilidad del agua, en esencia, lo hicieron para aceptar que existía una crisis en la gestión del agua. México enfrenta tres problemas esenciales en la gestión de sus recursos hídricos. El primero de ellos es la ausencia de autoridad del agua en todos los niveles de gobierno, no sólo en la Comisión Nacional del Agua, esta ausencia se expresa en la falta de políticas públicas adecuadas y, en particular, en la fragilidad de los municipios para enfrentar los problemas del agua. El segundo problema se refiere a un marco jurídico débil, contradictorio y con vacíos, como lo demuestra la modificación a la Ley de Aguas Nacionales de 2004, pues a pesar de la intervención de múltiples actores, resulta difícil de llevar a la práctica. Por último, se encuentra la sobreexplotación a la que se ve sometida el recurso y el incremento de la escasez.

Para evitar profundizar la conflictividad social provocada por los elementos anteriores, se requiere realizar una revisión crítica de la gestión, es decir, de las instituciones y autoridades encargadas para hacerlas acordes a la problemática actual. Debe además incorporar nuevos marcos analíticos que superen el de desarrollo sustentable y el de gobernanza para centrarse en el de derechos humanos, aunque vis-

to desde una perspectiva amplia. Lo político también debe incluirse en la gestión del agua, por ello resulta importante considerar al Pacto por México como una institución importante que se ha pronunciado por lograr una reforma integral a la Ley de Aguas Nacionales y la promulgación de una Ley de Agua Potable y Saneamiento. Estos instrumentos deben considerar una modificación al régimen concesional de aguas y apegarse a una planeación integral fundamentada en una plena participación de los actores interesados.

El alcance de una nueva gobernabilidad del agua en México debe estar ligado a un replanteamiento de las instituciones como pilares de la gestión del agua. Requiere además un replanteamiento de la relación Estado-sociedad en el marco de las responsabilidades atribuidas a cada uno, pues la sociedad no puede pretender arrogarse funciones que no le corresponde en este sistema de gobierno. Mayores acciones deben hacerse por mejorar el conocimiento de las aguas nacionales y su transmisión a los tomadores de decisiones, pues muchas veces la administración y la planificación se realiza sin conocer exactamente el estado que guardan los recursos, su calidad y otros atributos que son esenciales para la formulación de un marco jurídico comprensivo e integral.

### **La escasez del agua, factor limitante para el desarrollo económico y social**

*Dip. Kamel Athie Flores, Presidente de la Comisión de Agua Potable y Saneamiento de la Cámara de Diputados*

La escasez del agua en México ha sido provocada por cinco factores determinantes: 1) el desmedido crecimiento poblacional; 2) su irracional uso, derroche y sobreexplotación; 3) el cambio climático, expresado en prolongadas sequías en algunas latitudes y recurrentes inundaciones en otras; 4) la contaminación de los cuerpos de agua subterráneos y superficiales; y 5) la baja prioridad en las inversiones del gobierno en infraestructura y preservación del agua. La carencia de agua en México es un factor de estrés social, de conflicto y de confrontación, por lo que en la búsqueda de la armonía social la dotación de agua para todas las personas debe ser un pilar central.

Hacer realidad esta idea vuelve necesaria la formulación de programas hídricos regionales e interregionales; la construcción de infraestructura; el desarrollo de nuevas fuentes de abastecimiento para todos los usos desde una perspectiva de mediano y largo plazo; el impulso a la tecnificación de la agricultura, con más y mejor tecnología y apoyada por créditos de fomento; el aumento en los niveles de eficiencia de las actuales fuentes de abastecimiento, sectorizando y modernizando los sistemas de conducción, corrigiendo fugas y vigilando la calidad del agua; la reducción de la sobreexplotación de los acuíferos subterráneos, por ejemplo, mediante el decreto de vedas y la actualización y regularización de las concesiones; el rescate y cuidado de los ecosistemas; entre otras medidas igualmente fundamentales.

El reto es el establecimiento de un esquema de regulación que atienda de descentralización para la prestación de los mismos, por lo que se fomenta a los organismos operadores públicos y descentralizados pero se respeta la decisión municipal de constituirlo de acuerdo a sus necesidades. Desde la Cámara de Diputados, los presidentes de las comisiones unidas del agua han coincidido en hacer reformas importantes a la Ley de Aguas Nacionales, para actualizarla y adecuarla



Participantes de la mesa:  
Judith Domínguez,  
Kamel Athie, Fernando González,  
Patricia Phumpiu y Delia Montero.



Dra. Delia Montero.

a las necesidades actuales en sus diversos usos. En estas reformas se consideran las particularidades del desarrollo regional, de las cuencas y de las administraciones estatales.

### **Hacia una nueva forma de gobernanza del agua en México**

*Dra. Delia Montero Contreras, Profesora-Investigadora de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa*

La gobernanza es entendida como una forma de gobierno que está más relacionada con las acciones de la sociedad civil pero que contempla la participación conjunta de diversos actores y organizaciones para lograr un impacto en una política de cambio y en políticas públicas eficientes, socialmente hablando. Así, la gobernanza es una forma más equilibrada de gobierno, pues contempla instituciones con sistemas meritocráticos –con base en la experiencia- y no bajo la designación autoritaria, y debe ser de carácter evolutivo, para adaptarse a los cambios en el sistema que pretende gobernar. Estas instituciones, definidas como las reglas del juego en una sociedad, deben experimentar un cambio por medio de la participación de los diversos actores a través de múltiples mecanismos, como la consulta. Los arreglos instituciona-

les sólo adquieren sentido cuando se conoce quién aplica las reglas y se pueden establecer mecanismos de rendición de cuentas.

La gobernanza del agua experimenta una serie de problemas a resolver, entre ellos se encuentran la falta de comunicación y cooperación entre los actores, de información para la toma de decisiones, relajamiento político relacionado con las normas no escritas y ciertos arreglos institucionales, falta de rendición de cuentas, procesos judiciales largos y complejos con veredictos inciertos, sanciones poco disuasivas, falta de formación del personal encargado de los sistemas de agua, poco empoderamiento de los actores sociales y falta de credibilidad en las entidades encargadas de proveer el servicio. Ejemplo de estas disfuncionalidades pueden encontrarse en un estudio realizado en 2011 sobre consumo y percepción del agua en la Ciudad de México, que arroja que más del 90 por ciento de la población no toma agua de la llave por percibirla de mala calidad.

Para asegurar una gobernanza participativa se requiere entonces un plan de acción por parte del Estado que sea vinculante con todos los actores, la evaluación constante de los resultados, un proceso interactivo y evolutivo sustentando en conocimientos técnicos y científicos de alta calidad y bajo esquemas de transparencia y rendición de cuentas. Los elementos anteriores contribuyen a la aplicación eficaz y eficiente de la normatividad que se requiere para asegurar una gobernanza que sea capaz de integrar las distintas visiones y asegurar que las capacidades de todos los actores sean expresadas en la gestión del agua.

## **IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS**

Los impactos más importantes del cambio climático se expresarán en los recursos hídricos y los sistemas de gestión de agua, reflejando así el papel esencial de éstos para el desarrollo de las sociedades. La modificación de la temperatura media del planeta impactará de manera importante sobre el ciclo hidrológico, pues de ella dependen varios de sus principales componentes como la precipitación y la evaporación, que a su vez se relacionan con el escurrimiento, el contenido de humedad en los suelos y en la recarga de acuíferos. Los impactos se

dejarán sentir en la modificación de la disponibilidad, la transformación de los usos y la calidad del agua. Dichos impactos, además, afectarán en mayor medida a las poblaciones que carecen de los recursos económicos para implementar planes integrales de adaptación, por lo que se presentarán diferentes grados de vulnerabilidad incluso dentro de un mismo territorio. Bajo estas consideraciones, la mesa tuvo como objetivo presentar los impactos del cambio climático y los fenómenos extremos sobre los recursos hídricos de diferentes regiones de México, así como analizar algunas medidas de adaptación para reducir los riesgos.

## **PRONACOSE**

### **Un nuevo enfoque para un problema de siempre: La sequía**

*Dr. Oscar Ibáñez Hernández,  
Investigador de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez*

La clave de análisis del cambio climático se encuentra en los umbrales. Éstos se expresan como la relación entre los espacios, es decir, si un ambiente árido sufre un aumento de temperatura, éste experimentará un incremento de su aridez. Con las zonas costeras suce-



Sesión sobre cambio climático:  
Paula Mussetta, Adalberto Tejeda,  
Oscar Ibáñez, Carlos Gay,  
Hermilo Ramírez y Vicente Rodríguez.

de lo mismo, un aumento en los niveles medios del mar se traducirá en mayores inundaciones. Dadas estas condiciones, los déficits en los umbrales deben atenderse independientemente del cambio climático, puesto que ya se están expresando en la actualidad, especialmente en los recursos hídricos a través de todo su ciclo. Para México, que no es un país que produce los mayores niveles de contaminantes a nivel mundial y cuenta con un presupuesto reducido para atender los problemas de cambio climático, lo conveniente es invertir en la adaptación más que en la mitigación, de ahí el surgimiento del Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE).

El cambio climático no es un tema exclusivo de precipitaciones y el caso de la frontera entre México y Estados Unidos es un buen ejemplo de ello. En la zona del río Bravo y el río Colorado está bien definido que habrá un aumento en temperatura que afectará el hielo de las montañas, reduciendo el escurrimiento del que dependen los ríos. Se acelerará además la evapotranspiración, por lo que el agua disponible en los ríos decrecerá. Las altas temperaturas provocan la propagación de plagas, que debilitan la salud de los árboles y, por consecuencia, aumento de los incendios forestales. La Estrategia Nacional de Cambio Climático señala que la sequía agrícola y la sequía pecuaria afectarán a más de mil doscientos municipios y más de 20 millones de personas, por lo que se requiere un instrumento específico para atenderlo.

Con objeto de mejorar la compilación y análisis de datos hidrométricos, climáticos, niveles de presas y etapas de las sequías, y exhortar al trabajo conjunto entre los diferentes niveles de gobierno para realizar programas y ejercer recursos para prevenir y aminorar los efectos de las sequías, se creó el PRONACOSE. El programa tiene como meta elaborar un plan de sequía para cada uno de los 26 Consejos de Cuenca del país, diseñado e implementado por las autoridades y los usuarios y basados en las características particulares de cada región. Se generan también planes para los principales usuarios del agua que contarán con acciones específicas para organismos operadores, distritos de riego, parques industriales, etc. En general, se propone cambiar el paradigma en el manejo del riesgo de un enfoque reactivo a uno preventivo que reduzca la vulnerabilidad y los costos económicos y sociales de la presencia de este fenómeno.

## **La vulnerabilidad costera y su impacto en la infraestructura petrolera**

*Dr. Hermilo Ramírez León,  
Investigador del Instituto Mexicano del Petróleo*

A finales de este siglo, se estima que la temperatura media a nivel mundial se incrementará entre dos y seis grados centígrados, lo que se traducirá en un aumento en el nivel medio del mar por encima de los 20 cm que ha aumentado desde principios del siglo pasado hasta el año 2000. En el caso mexicano, en específico en Veracruz y Campeche, se prevé un aumento del nivel medio del mar de hasta 100 cm. Además, se espera un aumento de los eventos hidrometeorológicos extremos, cuyo desplazamiento se dirigirá cada vez más hacia el norte, y un aumento de la erosión de la zona costera. Todos estos fenómenos provocarán importantes afectaciones en la infraestructura petrolera.

PEMEX cuenta con infraestructura en prácticamente todo el territorio mexicano, sin embargo, ésta se concentra primordialmente en el Golfo de México (Campeche y Tabasco). La vulnerabilidad de la infraestructura de PEMEX que está sujeta a los cambios extremos del clima, se encuentra ubicada tanto a nivel del mar como sobre el continente. La reducción de la línea de playa, por ejemplo, cubre ahora ductos que fueron planeados para ubicarse en la superficie, el aumento en la intensidad de ciclones tropicales detiene la producción y pone en riesgo no sólo la economía del país sostenida en los altos volúmenes de exportación del crudo, sino también la vida de las personas que trabajan en las plataformas.

Para reducir los riesgos asociados al cambio climático, el Instituto Mexicano del Petróleo ha desarrollado un sistema de evaluación ambiental para las regiones costeras de Villahermosa y Campeche que caracteriza los principales eventos hidrometeorológicos, genera un sistema de información geográfica, estima las pérdidas económicas para diferentes eventos y establece acciones encaminadas a mitigar los efectos sobre la infraestructura, así como elaborar planes de contingencia a corto, mediano y largo plazo. De acuerdo con estos estudios, una importante cantidad de recursos deberán dedicarse para la adaptación al cambio climático, por lo que las reformas al sector necesitan considerar elementos de esta naturaleza.

## Recuento de las inundaciones 2005 y 2010 en Veracruz

*Dr. Adalberto Tejeda Martínez, Coordinador del Programa de Estudios de Cambio Climático de la Universidad Veracruzana*

México es un país que, debido a su ubicación geográfica y formación geológica, se encuentra altamente expuesto a fenómenos hidrometeorológicos extremos y a su expresión en inundaciones. Una simple comparación entre la depresión tropical 11, sucedida en octubre de 1999, y el huracán Stan, en octubre de 2005, con precipitaciones máximas muy parecidas de alrededor de 220 mm, demuestran que el cambio climático ha sido utilizado por el gobierno como una coartada perfecta a la falta de previsión pues, aduciendo este argumento, en seis años de diferencia entre la ocurrencia de un fenómeno y otro no se realizaron acciones contundentes para reducir los riesgos asociados, basta puntualizar que se multiplicaron por diez el número de personas afectadas, por nueve el de viviendas con daños y por doce los tramos carreteros y puentes fracturados.

Cuando la información anterior es comparada con las inundaciones de 2010, que aumentó la deuda pública estatal de 10 mil a 20 mil mi-



Oscar Ibáñez y Carlos Gay.

llones de pesos, se corrobora la hipótesis señalada. El ciclón tropical Fernand, ocurrido el 24 de agosto de 2013, no hace sino sumarse a la larga lista de fenómenos que impactan el territorio mexicano. Considerando esta recurrencia, es impostergable el aumento en la investigación relacionada con cambio climático y la identificación de modos de variabilidad natural inequívocamente, ello para tener la posibilidad de atribuirles los cambios observados. Se conoce ya que existen lluvias anómalas en el este de México al norte y al sur y colindantes con el estado de Veracruz, que las zonas de mayor lluvia climatológica coinciden con las de mayor variabilidad interanual y que existen otros fenómenos –PDO, NP, AO, NAO- que pueden provocar afectaciones tan importantes como el de La Niña, pero esto no se ha traducido en planes.

Los planes de adaptación a cambio climático, puntualmente en las ciudades costeras, deben considerar entonces la meteorología y la variabilidad climática, por cuanto a la dimensión atmosférica, pero debe integrar además la dimensión socioambiental, que se construye con base en la historia, en análisis de casos de estudio y el diseño de escenarios futuros. Por último, necesitan incluir la dimensión cultural, que incluye la coordinación intergubernamental, la participación social y los aspectos técnicos. Restos arqueológicos y registros antropológicos indican la existencia de inundaciones recurrentes en Veracruz, incluso antes de que el hombre pudiera ser señalado como generador del cambio en el clima, por tanto, estos fenómenos no harán sino exacerbarse, de ahí la importancia de los planes.

### **Medidas para reducir la vulnerabilidad de la sociedad ante fenómenos hidrometeorológicos**

*Ing. Vicente Rodríguez Pérez, Subgerente de Atención de Emergencias de la Comisión Nacional del Agua*

Las amenazas derivadas de los fenómenos hidrometeorológicos extremos casi siempre están asociadas a la vulnerabilidad de la población. Ésta se encuentra definida por tres aspectos: la exposición destructiva ante una determinada amenaza, la incapacidad de reaccionar adecuadamente cuando la amenaza se presenta y la incompetencia para lograr la recuperación de las condiciones normales de vida. Así entendida, la vulnerabilidad se modificará también con el cambio climático, pues éste ha transformado la intensidad de la sequía, así como la ocurrencia



El Ing. Vicente Rodríguez durante su participación

de las inundaciones. Prueba de ello es que en los últimos años se han incrementado las precipitaciones puntuales en diferentes regiones del país, así como la sequía, tanto en superficie como en intensidad.

Dentro de las catástrofes naturales, las inundaciones son las que más daños han acumulado a través del tiempo. Se estima que éstas representan del orden del 80 al 90 por ciento del costo promedio de los daños causados por desastres naturales. Algunas de las razones más importantes que no permiten la solución de los problemas de inundación se relacionan con los costos de las obras, los conflictos socioeconómicos de las regiones (intereses por el uso de la tierra) y la escasa factibilidad económica de las inversiones en proyectos de esta naturaleza. Ante tal situación, se utilizan términos como “control de inundaciones” o “mitigación de los efectos de las inundaciones” para indicar que las medidas sólo ofrecen protección hasta cierto nivel de riesgo y que éste depende tanto de elementos naturales como sociales.

Las contingencias ocasionan cada vez más daños y pérdidas humanas, no obstante, el gobierno no ha desarrollado una política pública compartida de manera corresponsable con los tres órdenes y la so-



Paula Mussetta, Adalberto Tejeda,  
Oscar Ibáñez, Carlos Gay,

ciudad organizada, de ahí que no haya un sistema adecuado de información y alertamiento y permanezca una inadecuada planeación territorial y asignación presupuestal. En la atención a contingencia se sigue asumiendo una postura reactiva, es decir, se actúa sólo cuando se enfrenta la emergencia y se olvida que los problemas son recurrentes. Se necesitan soluciones que combatan las causas de manera oportuna, integral y permanente. La instrumentación del Programa Nacional contra la Sequía y del Programa Nacional de Prevención contra Contingencias Hidráulicas son algunos avances en la materia, pero deben hacerse mayores esfuerzos en la mejora de los sistemas de alerta temprana, en la modernización del Sistema Meteorológico Nacional y en la actualización, mejora y difusión de los Atlas de Riesgo.

**Cambio ambiental global en tierras secas:  
escenarios territoriales para Mendoza, Argentina**

*Dra. Paula Mussetta, Investigadora del Instituto de Investigaciones  
Sociales, Humanas y Ambientales*

La cuenca del Río Mendoza se ubica en el centro oeste de Argentina, compartiendo latitud con los Andes centrales. Debido a su aridez, sólo

es posible que la agricultura se dé mediante riego, aunque tiene una importancia alta para la actividad económica de la región. Bajo estas premisas, el estudio realizado por el Instituto de Investigaciones Sociales, Humanas y Ambientales busca comprender cómo los efectos del cambio ambiental global incidirán en la sustentabilidad de los territorios de Mendoza e imaginar cuáles serían las consecuencias de diversos cursos de acción de las instituciones y de los actores sociales, contribuyendo de esta forma a orientar los procesos de sustentabilidad incluyendo principios de justicia ambiental y distributiva en el territorio mendocino.

El proyecto busca formular un enfoque integral de los campos más importantes de los sistemas sociales, por lo que lo ambiental, lo económico-productivo, lo jurídico-político y lo social-territorial serán el objeto principal de estudio. La propuesta general consta de cuatro fases. En la primera de ellas se busca conocer el correlato del entramado sociopolítico e institucional en torno del uso y la apropiación diferencial del agua en la región, lo que permitirá hacer una selección de casos en torno a temas socioambientales conflictivos y la definición de procesos productivos, actores sociales que los animan y recursos que son diferencialmente apropiados. La segunda fase intenta estimar la vulnerabilidad, por lo que es necesaria la identificación de las exposiciones hidroclimáticas anticipadas, la evaluación de las vulnerabilidades de actores clave, el reconocimiento de los conflictos socioambientales y el análisis del ordenamiento jurídico, político e institucional.

En el paso tercero, que se relaciona directamente con el cambio climático, se evalúan las estrategias de resistencia y adaptación a los fenómenos extremos, por lo que se busca conocer cuáles son las capacidades adaptativas que muestran los actores y cuáles las de las instituciones para identificar y mitigar las vulnerabilidades. Por último, se construyen y evalúan escenarios territoriales a partir de la pregunta ¿qué pasaría si...?. Este paso supone que siempre es posible operar algunas variables críticas a favor de la equidad y la conservación de los recursos naturales. El alcance de estos objetivos sólo es posible mediante un equipo multidisciplinario que sea capaz de atender la dimensión material, espacial y ecológica, la social y económica, y la política, jurídica e institucional.

## MANEJO DE CONFLICTOS POR EL AGUA

La sobreexplotación de acuíferos, el aumento de contaminantes vertidos a los cuerpos de agua y la mayor competencia entre usos y usuarios ante el incremento de la escasez son factores que propiciarán una mayor conflictividad por la gestión y uso de los recursos hídricos. Los conflictos por el agua existen en iguales proporciones en los países desarrollados como en vías de desarrollo, en las zonas áridas como en aquellas que tienen una mayor disponibilidad y tanto en el interior de los países como entre las cuencas transfronterizas, por lo que no existe una metodología única que asegure el éxito en su resolución. Su complejidad proviene además de su relación con temas como poblaciones originarias, derechos humanos, procesos de exclusión económica, depredación ambiental, entre otros de igual trascendencia. Los ejemplos de conflictos por el agua son tan numerosos como también lo son los ejemplos de cooperación y de mecanismos para la solución de controversias. Para avanzar en una mayor comprensión de estos fenómenos, la mesa tuvo por objetivo debatir sobre las principales presiones que detonan los conflictos por el agua, los actores involucrados, los contextos en los que se desarrollan y sus posibles rutas de solución.



Participación del Dr. Manuel Perló Cohen.

## **Diseño Urbano Sensible al Agua: un enfoque para resolver la problemática del agua**

*Dr. Manuel Perló Cohen, Director del Instituto de Investigaciones Sociales*

En la gestión del agua urbana ha privado un enfoque caracterizado por la construcción de infraestructura gris para el abastecimiento del agua y el drenaje, sin embargo, no ha sido capaz de solucionar la problemática sino que, incluso, ha generado otros como dificultad para su financiamiento, impactos ambientales negativos y, en particular, conflictos políticos y sociales. Ante este escenario, es necesario replantearse las herramientas para transitar de una ciudad de suministro de agua y con alcantarillado a otra sensible al agua, que asegure la equidad intergeneracional y la resiliencia al cambio climático por medio de un diseño urbano multifuncional y adaptable que refuerce un comportamiento de uso responsable de los recursos hídricos.

El Diseño Urbano Sensible al Agua (DUSA) se generó en Australia y tiene como principios básicos la protección y la mejora de todos los cuerpos de agua localizados en los entornos urbanos, la restauración del equilibrio del agua urbana mediante la maximización de la reutilización de las aguas pluviales, recicladas y grises, la integración del agua en el paisaje para mejorar los valores sociales, visuales, culturales y ecológicos, entre otros. Sus herramientas le permiten reducir los flujos de escorrentía y la contaminación, proteger la calidad de las aguas, minimizar la generación de aguas residuales y aumentar los equipamientos públicos de las zonas urbanas a través de la integración de espacios de usos múltiples que favorecen la construcción de comunidad.

La construcción de sistemas de bioretención, zanjas y sistemas de infiltración, cuencas de sedimentación, pavimentación permeable, humedales artificiales, entre otras tecnologías de menores impactos ambientales y que requieren presupuestos más modestos, es decidida por la comunidad después de realizarse un diagnóstico técnico. La participación social en el DUSA la dota de legitimidad y fortaleza al cambio de los sistemas hidráulicos urbanos, por lo que contribuye a reducir considerablemente los conflictos sociales y políticos. Adicionalmente, tiene un elemento educativo y de transformación de actitudes sociales con respecto al uso responsable de los recursos hídricos, pues lo integran en la vida cotidiana y resalta su centralidad.

## **El medio ambiente y la seguridad nacional: el agua en la frontera México - Estados Unidos**

*Dr. Andrés Ávila Akerberg,  
Profesor de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales*

Desde la última década del siglo pasado, diversos organismos internacionales comenzaron a señalar que en la medida en que el agua se volviera más escasa, la capacidad de desatar conflictos aumentaría. De hecho, los problemas relacionados con el agua pueden afectar la seguridad nacional en la medida que impliquen una amenaza no convencional, relacionada con el paradigma de la seguridad ambiental, o bien una amenaza tradicional, ligada a una visión restringida de seguridad nacional. Mientras que en la primera se realiza un análisis más amplio sobre, por ejemplo, la relación de los recursos hídricos con la pobreza, la salud, los ecosistemas o los desastres naturales, la segunda visión supone el uso y control de la fuerza militar para asegurar el control de los recursos.

La presencia de conflictos por el agua en el escenario internacional es ya una realidad. Un total de 145 países comparte alguna de las 263 cuencas transfronterizas, en las cuales desarrollan sus actividades el 40% de la población mundial, cubren cerca de la mitad de la superficie de la tierra y representan alrededor del 60% del flujo mundial del agua potable. Los ejemplos más claros de tensiones por el agua se encuentran en Medio Oriente y el norte de África, aunque el continente americano no está exento de este tipo de problemas, como lo demuestra el caso de la frontera entre México y Estados Unidos en las cuencas del río Tijuana, Colorado y Bravo, una zona con una alta densidad poblacional y en donde converge una de las áreas industriales y de intercambio más importantes a nivel mundial.

Desde 1906 se realizó el primer tratado para regular la cantidad de agua con la que cada uno de los países dispondría para dotar a sus poblaciones, pero no es sino hasta 1944, debido a los cambios demográficos y naturales, que se firma un acuerdo más comprensivo y se crea la Comisión Internacional de Límites y Aguas para asegurar que Estados Unidos dote de 1,850 millones de metros cúbicos del Colorado y México 431 millones del Bajo Río Bravo. Este instrumento no contempla asuntos de calidad del recurso ni regula las aguas subterráneas, de ahí que, en conjunto con el aumento en las presiones sobre el recurso



Dr. Andrés Ávila Akerberg.

por el aumento de la población, la actividad económica y las posibles afectaciones por el cambio climático, se vislumbra como incapaz de seguir funcionando como un marco para evitar la propagación de conflictos por el uso compartido y de otros que podrían exacerbarse a raíz de éste, como la migración y el crimen organizado.

### **Evolución de las trayectorias de los conflictos por el agua en México asociadas a los modelos de gestión**

*Mtro. Roberto Constantino Toto,  
Investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco*

Los problemas hídricos que presenta México no están fundamentados en la escasez relativa del recurso y no basta con aumentar la eficiencia tecnológica para resolverlos, sino que es necesario atenderlos desde su complejidad y, en esta tarea, una revisión de la evolución de las trayectorias de los conflictos por el agua asociadas con los modelos de gestión resulta fundamental. El conflicto debe ser entendido como una categoría cambiante y producto natural de la dinámica social, por lo que puede ser provocado desde múltiples sectores y actores, pero debe existir un ámbito institucional en el cual puedan resolverse, aun-



Mtro. Roberto Constantino Toto.

que en ocasiones el gran número de conflictos exceda la capacidad institucional. La visibilidad del conflicto depende de la magnitud de afectados por un evento, de la velocidad de respuesta de las instituciones gubernamentales, asociada con la disponibilidad presupuestal, científica y técnica, y de la inestabilidad en las dotaciones y regularidad de las prácticas de aprovechamiento.

Desde el gobierno se ha asumido que la respuesta más efectiva a la problemática hídrica del país es aumentar la dotación del recurso, pero pocas revisiones se han hecho del modelo de gestión del agua. La asignación del agua y su interpretación desde la escasez es entonces un eje central para comprender los conflictos por el agua a lo largo de la historia de México, como lo demuestra, por ejemplo, la competencia por el agua para regar la hacienda de Antonio López de Santa Anna o para dotar a las poblaciones colindantes del vital líquido. Este es un ejemplo notable de cómo se constituyó un sistema de gobernabilidad del agua que habría de repetirse en casos tan emblemáticos como el litigio del río Magdalena en 1789, la canalización del acueducto de Santa Fe, el caudal del Desierto de los Leones en 1869, por mencionar algunos.

El mito de la abundancia del recurso, que se encuentra ampliamente enraizado en la cultura mexicana, ha fomentado prácticas depredadoras de consumo y, en términos de política pública, la postergación de decisiones fundamentales sobre su asignación y cuidado. Así, la respuesta gubernamental frente a los conflictos por el agua ha sido relativamente estable y se enmarca en un paradigma de aumentar la dotación y el volumen disponible, incluso en detrimento de la salud de los ecosistemas. La reducción de los conflictos, entonces, está asociada con esfuerzos que están más allá del ámbito político pero que no lo excluyen y se relacionan con una modificación de la matriz tecnológica, la racionalización en el uso del territorio y el establecimiento de una transición cultural entre los usuarios a través de la reducción paulatina de los privilegios fiscales.

**Estudios geofísicos e hidrogeológicos  
para el diseño de obras de infiltración artificial  
a los acuíferos y control de inundaciones en Hermosillo**

*Mtro. Marco Antonio Gutiérrez Rosete,  
Investigador de la Universidad Estatal de Sonora*

La situación actual del agua en Sonora se ha vuelto crítica en los últimos años, especialmente en la región centro-norte del Estado. Los fenómenos naturales, el inadecuado manejo del agua y la desfavorable ubicación geográfica del territorio, han provocado que la disponibilidad natural del recurso sea cada vez menor. Hermosillo presenta dos problemas que se deben considerar en el manejo del agua: precipitaciones escasas y, cuando ocurren, se dan de forma torrencial. Cuando son torrenciales, la ciudad sufre de inundaciones debido a que las calles no cuentan con sistema de drenaje pluvial suficiente y existen zonas de baja elevación en las que se acumula el agua por tener desfogue ineficiente. Por otro lado, cuando son escasas, el acuífero de Bagotes llega a registrar abatimientos de hasta menos cuatro metros y un cambio de almacenamiento de menos dieciséis hm<sup>3</sup>.

Para atender este problema, se realizaron estudios geofísicos e hidrogeológicos del acuífero de la ciudad de Hermosillo, en particular en la zona de Bagotes y la zona inundable de la ciudad, para caracterizar la permeabilidad, tipo, espesor y posibilidades acuíferas de los materiales litoestatigráficos de las zonas para identificar sitios potenciales para ins-

talación de obras de infiltración que minimicen el riesgo de inundación, a la vez que permitan la recarga de la zona acuífera ya mencionada. La información obtenida, los modelos digitales generados y los cálculos de gastos, permitieron proponer la construcción de dos balsas que infiltren alrededor de 200 mil metros cúbicos por día con una tasa de infiltración de 1.71 metros por día en una superficie aproximada de 12 Ha y una superficie de 13 Ha para la instalación de decantación, además de otras dos obras cuyo costo total alcanza los 40 millones de pesos.

A pesar de que existen los estudios técnicos y opciones viables para lograr un manejo integral de los recursos hídricos en Hermosillo, existen conflictos sociales que han dificultado la implementación de las mismas. Entre las consideraciones más importantes se encuentra la tenencia de la tierra, pues la expropiación necesaria para la construcción de la tecnología no es bien recibida por los pobladores, la falta de voluntad política, la necesidad de superar las visiones de corto plazo y de intereses personales, la convicción de propósitos y la unión de voluntades en torno a ellos. La solución requerirá un compromiso entre la academia, el gobierno y la sociedad civil para la definición conjunta de soluciones pertinentes los intereses de las localidades.



Participación del  
Dr. Alejandro Guevara Sanginés.

## HACIA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA AGENDA COMÚN: AGUA, ENERGÍA Y ALIMENTOS

Entre los retos globales más importantes que habrá de enfrentar la humanidad en este siglo se encuentra el de la alimentación. Ante un escenario caracterizado por el agravamiento del cambio ambiental global, una crisis económica generalizada, una rápida transformación en la estructura productiva y alimentaria de los otrora generadores de alimentos y un crecimiento poblacional con hábitos de consumo que dificultan la reproducción habitual de los recursos naturales que exigen con urgencia iniciar un periodo de recuperación, la posibilidad de producir los alimentos necesarios para contribuir al desarrollo de las personas requiere de acercamientos multidimensionales, en particular del análisis de los nexos entre éstos con el agua y la energía. Para contribuir a afrontar estos retos, la mesa tuvo como objetivo establecer los vínculos entre las tres principales agendas y su mutua influencia para proponer soluciones integrales en el alcance de un desarrollo sostenible.

### **Subsidios para el bombeo de agua subterránea en México: Efectos perversos y opciones para su desacoplamiento**

*Dr. Alejandro Guevara Sanginés, Director de la División de Estudios Sociales de la Universidad Iberoamericana*

México experimenta una severa crisis por la sobreexplotación de sus acuíferos. De los 188 acuíferos más importantes del país, 100 se encuentran sobreexplotados, por lo que las generaciones actuales y futuras se verán sometidas a un mayor estrés hídrico y una obstaculización del crecimiento económico en las áreas urbanas. La agricultura, que consume alrededor del 77% del total de agua, sufrirá impactos considerables por la reducción de la oferta, de la cual es el principal causante, específicamente a través de los subsidios al bombeo. El exceso de demanda es impulsada por el subsidio a la electricidad usada para el bombeo de aguas subterráneas, puesto que los agricultores pagan en promedio menos de una quinta parte del costo de generación y distribución de electricidad que utilizan.

El subsidio dado a los agricultores en las tarifas eléctricas para el bombeo de agua representa más de 670 millones de dólares por año, sin embargo, éste es un subsidio altamente regresivo, pues sólo el 30%

del total de los agricultores en México tiene algún tipo de sistema de irrigación, lo que implica que más del 70% de todos los campesinos no reciben este subsidio. Dadas estas características, se ha estimado un coeficiente Gini de 0.91, donde 1.00 sería desigualdad total. De hecho, el decil de agricultores con mayores ingresos concentra el 53.7% del total destinado para el subsidio. Además de fomentar la desigualdad dentro del sector, el subsidio podría alentar procesos como disminución en la calidad del agua, provocar daños en los ecosistemas acuáticos, incentivar la intrusión salina y aumentar la competencia por el recurso con los usos industrial y doméstico.

Para regresar al subsidio a su objetivo original, que es aumentar la producción basado en un criterio de equidad, se recomienda un desacoplamiento. Desacoplar significa incrementar el precio de la electricidad al mismo tiempo que el agricultor recibe la misma cantidad de dinero a través de una transferencia directa. Mientras que el nuevo precio da incentivos para ahorrar a través de mecanismos como cambio en los patrones de cultivo, reducción en el área de cultivo o la adopción de tecnologías ahorradoras; la transferencia mantiene el bienestar del agricultor y adicionalmente le otorga liquidez para emprender los cambios necesarios. Se calcula que cada incremento de 10% en el precio reduce la extracción de agua en un 1.5%, si bien es una reacción leve, no existe otra manera de contener la demanda y de enviar señales políticas de un uso responsable a los productores.

### **Nexus: Enfoque integral agua, energía y alimentos**

*Ing. Ernesto Feilbogen,*

*Coordinador del Programa de Energía Sustentable de la GIZ*

La GIZ, empresa federal de cooperación internacional para el desarrollo sostenible de Alemania, cuenta con más de 35 años de trabajo en temas que ayudan a mejorar de forma sostenible las condiciones de vida y las perspectivas de las personas, siendo el tema energético una de sus prioridades. Considerando la importancia de los nexos entre agua y energía, esta institución coordinó un análisis sobre los sistemas de bombeo de agua potable municipal en México, cuyo objetivo era identificar el potencial de la eficiencia integral en el sistema, es decir, desde la captación hasta la distribución, pasando por el acondicionamiento, la conducción, el saneamiento y otras operaciones.

Entre los resultados más importantes, destaca que el consumo de energía eléctrica para bombeo municipal a nivel país se encuentra cercano a los 3,771 millones de kWh/año. De los 2,439 municipios del territorio nacional, 2,064 tienen más de 20,000 habitantes y consumen un 15% del total nacional, mientras que 375 municipios tienen más de 50,000 habitantes y consumen el 85% del total nacional. La caracterización energética de los sistemas de provisión de agua potable municipal, permite reconocer que el bombeo es el responsable del 95 por ciento del consumo de energía de los mismos, en particular existe una gran pérdida energética por las pérdidas físicas, que alcanzan un 43 por ciento de promedio nacional. Para intentar mejorar la eficiencia energética, la GIZ considera que la evaluación integral del desempeño del sistema de bombeo (físico, hidráulico y energético) es más comprensiva que la tradicional visión de centrarse únicamente en los componentes electromecánicos, pues contribuye a aumentar el ahorro hasta en el 6 por ciento más.

A partir de los resultados, la Agencia desarrolló una serie de actividades específicas para avanzar en la construcción de sistemas más ahorradores. Entre ellos se encuentra un estudio de potencial de mejora



Ing. Feilbogen y la Mtra. Flores Puig.

en el desempeño energético de los organismos operadores, la publicación de un manual de eficiencia energética para organismos operadores, el desarrollo de materiales para cursos de eficiencia energética física e hidráulica y el desarrollo de tres Estándares de Gestión por Competencias en el marco del Comité de Gestión por Competencias del Subsector Hídrico del IMTA. Adicionalmente, ha impulsado otras iniciativas relacionadas como la Alianza Público Privada (GIZ-VAG) para la reducción de pérdidas de agua a través de la gestión de presión y la gestión de empresas de agua y aguas residuales hacia el camino a la neutralidad en CO<sub>2</sub>.

### **Agua y uso eficiente de la energía**

*Mtra. Cecilia González, Subdirectora de Atención a Municipios de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía*

El agua y la energía se relacionan de múltiples maneras. Desde un punto de vista mecánico, la energía asociada al agua está relacionada con su movimiento (flujo) y/o con la altura a la que se ubica en la superficie terrestre y sobre el nivel del mar. Desde un punto de vista térmico, el estado mismo del agua (líquido, sólido o gaseoso) está determinado por los niveles de energía que contiene. Así, si el agua disminuye su velocidad o baja, libera una fracción de su energía cinética. Igualmente, si el agua reduce su temperatura y, en un cierto punto, pasa de estado gaseoso a líquido o de líquido a sólido, está entregando parte de la energía que contiene en forma térmica. Por otro lado, si estos procesos se llevan a cabo en sentido inverso (de sólido a líquido o gaseoso, o si sube el agua de nivel), es necesario que se tome energía del entorno o de una fuente externa para dársela al agua. Es ésta precisamente la forma en la que aprovechamos la energía mecánica del agua para convertirla en electricidad.

La hidroenergía representó el 1.5 por ciento de la producción de energía primaria en México en 2011, lo que equivale a un 14 por ciento del total generado de electricidad (35,795.89 GWh) en más de 100 unidades. Esta proporción se ha venido reduciendo significativamente desde finales de los años sesenta, cuando llegó a representar el 62 por ciento del total de la electricidad producida en México. Cuando se piensa en el proceso de extracción de abajo para arriba, debe considerarse también el costo energético, en particular en el bombeo de



La Dra. Rosario Pérez Espejo,  
moderadora de la sesión.

agua potable municipal, el de aguas negras y el agrícola, así como el de subir agua a los tinacos o el de traer el agua de fuentes lejanas, como en el caso del Cutzamala. Sumando todos los consumos anteriores, se tiene un total de 13,000 GWh/año, lo que equivale a un 6.5% del consumo de electricidad en el país.

El calentamiento de agua a bajas temperatura es un proceso que también consume energía. De hecho, se estima que cerca del 6 por ciento del consumo energético final del país se utiliza para calentar agua. En México se obtiene predominantemente mediante la quema de combustibles fósiles como el gas LP, el combustóleo y el diesel, aunque podrían ser utilizados otros sistemas, como la energía solar. A manera de ejemplo, en un cuadro de 2.3 kilómetros se recibe suficiente energía para calentar el agua para las duchas diarias de alrededor de 10 millones de personas, esto representa el 20 por ciento del territorio de la delegación Benito Juárez o un 0.3 por ciento del territorio del Distrito Federal. Además, el agua es utilizada para procesos de enfriamiento en las plantas termoeléctricas. Se estima que el consumo diario de agua en estas plantas es de alrededor de 20 m<sup>3</sup>/s, lo que equivale a 1.5 veces la cantidad de agua que el sistema Cutzamala en-



Presentación de la  
Mtra. Yuritzin A. Flores Puig.

trega al DF y al Estado de México. De estas intrincadas relaciones debe pensarse que ahorrar agua es ahorrar energía y que ahorrar energía es ahorrar agua.

### **Uso eficiente de agua y energía para incentivar la agricultura sustentable en México**

*Mtra. Yuritzin A. Flores Puig,  
Coordinadora de Programas en OXFAM México*

En el mundo, una de cada ocho personas pasa hambre habiendo alimentos suficientes para todos. En México esta relación se agrava, pues cerca de un 25 por ciento de la población no tiene acceso a alimentos en estos momentos, sin embargo, la condición podría empeorar aún más, puesto que en los próximos 20 años la necesidad de comida aumentará en un 20 por ciento, la de agua en 30 por ciento y la de energía en 50 por ciento, ello sin incluir los efectos del cambio climático. De acuerdo a la Comisión Intergubernamental de Cambio Climático, 48 por ciento de la tierra del país es susceptible a degradación y desertificación, y 60 por ciento de la producción de maíz de temporal podría perderse si las tendencias continúan, pero a través de la reparación y

modernización de los sistemas de riego, la producción rural de alimentos podría duplicarse.

La agricultura de riego es hoy un sector estratégico para abastecer de alimento a la población y la reactivación de la economía del país, de ahí la necesidad de un enfoque integral que considere su relación con el consumo energético e hídrico. El 70% de los equipos de bombeo en el país requieren aumentar su eficiencia electromecánica para ahorrar energía y reducir los costos de producción. Se estima también que en términos de energía eléctrica, el sector agrícola demanda unos 45 mil millones de pesos para modernizar 90 de los 118 mil pozos agrícolas pero, durante 2012, el presupuesto federal aprobó únicamente 75 millones de pesos con estos fines. Adicionalmente, se ubica una gran oportunidad para la tecnificación del riego, pues de los 5.1 millones de hectáreas de riego agrícola que hay en el país, sólo 1.8 millones se encuentran tecnificadas, contribuyendo a ahorrar tres mil quinientos millones de metros cúbicos de agua por año.

Pese a su creciente importancia, la agricultura ha sido objeto de políticas insuficientes en términos económicos, productivos y ambientales, por lo que es urgente ofrecer oportunidades de crecimiento y tomar acciones relevantes en los planes de desarrollo para la agricultura y enfrentar la emergencia que el riego por bombeo atraviesa por el deterioro de los recursos naturales. Considerando este panorama, Oxfam ha planteado algunas recomendaciones como disminuir los requisitos para acceder a los apoyos de los programas, dar mayor difusión a las reglas de operación de los mismos, emprender programas y componentes integrales para realizar reconversiones en infraestructura y equipos hidro-agrícolas. En general, todas las propuestas deben incentivar las obras de captación de agua y conservación del suelo, el cambio de equipos electromecánicos por otros eficientes en el ahorro de agua y energía, la tecnificación de riego en aquellos lugares susceptibles de hacerlo y la utilización de energías alternativas.

## **EJERCIENDO EL DERECHO HUMANO AL AGUA**

El 8 de febrero de 2012, por adición al artículo 4° constitucional, toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El instrumento señala además que es el Estado

el encargado de garantizar dicho derecho, estableciendo la participación de los demás órdenes de gobierno y de la ciudadanía. A pesar de su publicación, 9.5 millones de habitantes carecían de servicios de agua potable y 11.1 no tenían acceso a saneamiento para finales del mismo año. Considerando la centralidad del derecho humano al agua para el alcance de un desarrollo integral de las sociedades, la sesión tuvo como objetivo debatir sobre los avances, identificar los retos más apremiantes y proponer posibles rutas de acción para superarlos.

### **El derecho humano al agua: instrumento contra la privatización de nuestros bienes comunes**

*Dr. Rodrigo Gutiérrez Rivas,  
Investigador del Instituto de Investigaciones Jurídicas*

En la actualidad, se vive una tensión entre la gestión privada del agua y el ejercicio del derecho humano al agua. A pesar de que el capitalismo cuenta con más de trescientos años, apenas hace treinta años, el sistema ha comenzado con la abierta liberalización del sector de agua potable y saneamiento. Este proceso ha estado vinculado a la extensión de un discurso de escasez y la transmisión indiscriminada del recurso hacia las ciudades y a la agricultura intensiva. Dicha escasez no obedece únicamente a causas naturales, sino a la apropiación privada del recurso y es relativa, en tanto son los colectivos con acceso a menos recursos los que la experimentan a causa de un desvío hacia otros usos y usuarios con mayor poder político y económico. La escasez es impulsada por el mercado, en tanto resulta económicamente más rentable para ciertos grupos. La mayor capacidad tecnológica, el desprestigio de la función estatal en la provisión de los servicios de agua y saneamiento y las modificaciones a instrumentos jurídicos para permitir el ingreso del capital privado en el sector, incrementan las barreras para que las personas que no tienen la capacidad para acceder a un recurso vital como el agua.

Ante el avance de este proceso liberalizador, los derechos humanos se convierten en un instrumento legal al que las colectividades aluden para asegurar incluso su propia subsistencia pues, por principio, no son excluyentes ni se encuentran en función del poder político o económico de las personas. Los derechos humanos son, por naturaleza, no decidibles, es decir, que no interviene el mundo de la política en

El Dr. Rodrigo Gutiérrez Rivas  
en su participación.



su otorgamiento, ni mercantilizables. Son bienes de tal importancia que constitucionalmente adquieren los atributos de universales, inembargables, inalienables, imprescriptibles y deben ser distribuidos a todas las personas en condiciones de igualdad. Cuando se introdujo en derecho humano al agua en la Constitución, se dio inicio a un nuevo paradigma normativo para la comprensión del agua, uno centrado en el agua y la dignidad de las personas, de sustentabilidad y de participación democrática.

El derecho internacional relacionado con los derechos humanos, de acuerdo a las modificaciones realizadas al artículo primero constitucional, se tendrán que resolver bajo el principio pro persona, reforzando así todos los elementos constitucionales que aseguran la plena garantía de las personas al acceso a agua potable y saneamiento bajo un esquema bien definido de responsabilidades institucionales con participación de la sociedad civil. Cuando fue aprobada la modificación al artículo cuarto constitucional, se mandató también una modificación a la Ley de Aguas Nacionales. Ésta no debe traducirse simplemente en una Ley de Agua Potable y Saneamiento, pues reduce la visión integral que debería de privar en la gestión del agua y encasilla el debate a la existencia o no de

organismos operadores privados, cuyos objetivos últimos son maximizar la renta y no operar bajo criterios de equidad y justicia.

### **Elementos para ejercer el derecho humano al agua**

*Mtra. Diana Martínez Gutiérrez,  
Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento.*

Cuando se habla sobre el derecho humano al agua tradicionalmente se piensa en su garantía, ligada a las instituciones gubernamentales; sin embargo, no suele relacionarse con su ejercicio, que atiende más bien a criterios sociales y que también está contemplada en la redacción final de las modificaciones al artículo cuarto, quedando de la siguiente manera: Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines.



Participantes de la mesa:  
Diana Martínez Gutiérrez, Rodrigo  
Gutiérrez Rivas, Juan Jaime Sánchez Meza,  
Ruth Zavaleta Salgado y Luis Manuel  
Guerra Garduño.

De acuerdo con este planteamiento, pueden ser identificados al menos tres elementos sustanciales para ejercer el derecho humano al agua: el marco normativo, la cantidad mínima de agua y saneamiento y la participación social. En relación con el primero, es clara la necesidad de una Ley General de Aguas que dé contenido al derecho humano al agua, a través de una definición clara de qué se entiende por consumo personal y doméstico y de sus demás atributos, que permita su ejercicio pleno y su exigibilidad, con mecanismos bien definidos para que la población pueda hacer efectivo su derecho sin tener que recurrir, como hasta ahora sucede, al amparo para hacer valer el derecho. En términos generales, esta nueva ley tendría que realizar un replanteamiento de fondo de la gestión de los recursos hídricos con bases de coordinación y competencias bien definidas.

El marco normativo comprensivo debe también esclarecer la cantidad mínima de agua y saneamiento de acuerdo a criterios internacionales que aseguren una vida digna para las personas, así como lo que se entiende por saneamiento (fosas sépticas, letrinas o excusados con sistemas higiénicos de desalojo de excretas). Además, la participación social, explícita en la redacción del artículo cuarto, resulta necesaria



Lic. Juan Jaime Sánchez Meza,  
moderador de la sesión sobre  
el Derecho Humano al Agua.

para el ejercicio del derecho humano al agua, en específico en el diseño de la política pública, en la planificación hídrica, en la provisión de agua y en el monitoreo y contraloría social. Esta participación social puede darse a través de organizaciones institucionalizadas o agrupaciones y también en lo individual.

### **El agua, un derecho humano**

*Mtra. Ruth Zavaleta Salgado, Diputada de la H. Cámara de Diputados*

En el Foro Mundial del Agua de 2006, una de las discusiones que más llamó la atención de los asistentes fue justamente la de si el agua era o no un derecho humano que debía ser recogido por las legislaciones nacionales para asegurar su cumplimiento. A partir de entonces, el debate ha pasado de una plena confrontación de visiones a la aceptación, al menos en el caso de México, del agua es un derecho humano. La reforma de 2012 al artículo cuarto constitucional no es el único logro en materia de derecho humano al agua. La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, que puede ser entendida como norma reglamentaria del artículo referido, regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos que contempla la propia constitución, dando así la posibilidad de aplicar sanciones a aquellos que no hagan un buen uso del recurso.

El avance en materia jurídica debe también ser complementado con una mayor participación ciudadana, como ya ocurre en un importante número de países. Esto implica también hacer efectivo un equilibrio en el ejercicio de gobierno y trascender de la crítica simple a la organización en torno a temas específicos como el agua para hacer valer los principios a favor de los intereses comunes. La generación de riqueza es otro punto central para poder garantizar un efectivo derecho al agua, de ahí que sea necesaria la actuación coordinada entre el Estado, la sociedad civil y la iniciativa privada.

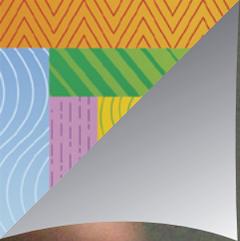
El ejercicio del derecho humano al agua requiere entonces de la construcción de una norma comprensiva que asegure su cumplimiento, la existencia de normas complementarias que señalen expresamente las responsabilidades y sanciones para aquellos que incumplan en la buena gestión de los recursos hídricos, y la organización de la



Juan Jaime Sánchez Meza,  
Ruth Zavaleta Salgado  
y Luis Manuel Guerra Garduño.

sociedad civil para asegurar y vigilar el cumplimiento de los principios contenidos en los instrumentos anteriores, de lo contrario, será muy difícil llevarlo a cabo. Las normas realizadas a nivel federal deben también trascender a los niveles locales. Es indispensable que las constituciones de los 31 estados de la República y el Estatuto de Gobierno del Distrito Federal contemplen con toda oportunidad el derecho y también repliquen las normas que regula la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.





# Presentación de proyectos

**PARA LA RED DEL AGUA UNAM, LA CREACIÓN DE ESPACIOS UNIVERSITARIOS** que fortalezcan los debates en torno a los recursos hídricos es fundamental, pues en ellos se comunican diferentes disciplinas y contribuyen a la creación de posibles soluciones para una problemática compleja y común. Adicionalmente, fortalecen el desarrollo de capacidades, el desarrollo, la innovación y la creatividad de los estudiantes universitarios en diferentes grados académicos. Considerando su importancia, en esta ocasión se realizaron tres sesiones de presentación de proyectos, organizados en tres líneas: desarrollo económico y social, soluciones técnicas al manejo del agua y procesos hidrológico y gestión de cuencas.

## DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL

### **Construcción de la exclusión en el acceso al servicio de agua potable y saneamiento: el caso de la Ciudad de Pachuca**

*Alejandra Peña, El Colegio de México*

La ciudad de Pachuca se conformó como zona metropolitana con otros seis municipios conurbados y alcanza una población de alrededor de 438,692 habitantes. Su nacimiento como centro poblacional ligado a la minería marcó su estructura, debido a que los primeros asentamientos humanos se dieron en las faldas de las montañas, pero pronto siguió las características similares a las otras ciudades del resto del país: 1) crecimiento acelerado de la población; 2) expansión urbana anárquica e insuficiencia de servicios públicos, equipamiento urbano y vivienda; y 3) rápido deterioro del equipamiento y la vivienda existente vinculada a la especulación y al encarecimiento del suelo. Estas diferencias estructurales definieron también desigualdades socio-espaciales en la prestación del servicio de agua potable que no han sido resueltas por los programas institucionales.

Pachuca presenta un modelo de urbanización en el que se observan claramente las contradicciones espaciales entre la ciudad “legal” y la



Participantes de la mesa:  
Alejandra Peña, Héctor Bravo,  
Edgar Ramírez y Eva Marini.

“ilegal”. La ciudad legal se localiza en el centro histórico y en zonas aledañas en conjuntos residenciales de nivel medio y bajo y en fraccionamientos privados de nivel medio y alto que, al ser parte de proyectos de construcción de vivienda con cierta planeación, cuentan con servicios públicos. En contraparte, la ciudad ilegal está asentada en las faldas de los cerros y en tierras ejidales en donde no cuenta con los servicios públicos básicos y con pocas posibilidades de adquirirlos en el corto plazo. Así, se observa un modelo estructural de exclusión que condena a grandes cantidades de población con precaria situación económica a no acceder a esquemas formales de acceso a servicios, en específico al de agua potable.

La atención al problema de los servicios de agua potable ha sido afrontada con la creación de un organismo operador municipal; sin embargo, a pesar de que ha contribuido a resolver un problema de límites territoriales entre los dos municipios más grandes de la zona metropolitana, no ha significado un avance importante en mejorar los niveles de cobertura ni en la calidad del servicio, que sólo se concentra en los municipios más urbanizados y grandes, y en las cabeceras municipales del resto. Ante tal situación, la población no atendida tiene

como opción la autogestión de obras y de la provisión de servicios públicos. Apoyada por el artículo cuarto constitucional, la participación del sector social puede intervenir donde la provisión de los servicios formales no es financieramente viable o sea más adecuada la provisión sin la intermediación de la infraestructura tradicional.

**Participación social y tecnologías en materia hídrica.  
Caso de estudio: Escuela primaria Emiliano Zapata,  
Nicolás Romero, EDOMEX**

*Edgar Ramírez, Facultad de Ciencias*

Ubicada en el Estado de México, en la localidad de Nicolás Romero, la escuela Emiliano Zapata presenta un fuerte problema de escasez de agua para atender a sus más de mil doscientos estudiantes y un equipo de veintidós profesores. La primaria no cuenta con servicio de agua potable de manera regular, de ahí que cada veinte días el líquido sea llevado mediante pipas, que tienen que pagar los propios padres de familia; adicionalmente, existe una fuerte presencia de enfermedades intestinales relacionadas con la calidad del agua. Para atender este problema, los actores locales recurrieron a la Facultad de Ciencias y se

El Dr. Héctor Bravo Pérez,  
moderador de la sesión sobre  
Desarrollo Económico y Social.



decidió de manera conjunta instalar un sistema de captación de agua de lluvia que sirviera para regar un huerto comunitario y fuera complementado con algunos talleres sobre el uso responsable del agua.

En el proyecto, las madres de familia y los niños participaron de manera activa, tanto en los cursos sobre la administración y mantenimiento del huerto y del sistema de captación. Éste fue construido gracias a la ayuda de una organización civil y aprovecha el techo de la primaria para captar hasta 92.28 metros cúbicos de agua en el mes de julio. Está conectado a un tinaco y utiliza un filtro para retener los materiales de gran tamaño. Así, de enero a febrero se evaluaron las condiciones del terreno y se realizaron asambleas plenarias para que la comunidad estuviera informada, en el mes de marzo se eligió el sistema que habrían de instalar y se continuó con la labor de información, con el fin de que la gente se apropiara del proyecto, en el mes siguiente se construyó el sistema de captación y el huerto comunitario, durante los meses siguientes se dio mantenimiento a los sistemas y se continuó con el desarrollo de los talleres.



Participación de Edgar Ramírez.



Intervención de Eva Marini.

Para fortalecer la relación entre el programa y la academia, se lanzó una convocatoria para que estudiantes de distintas carreras cumplieran su servicio social en el proyecto, compartiendo conocimientos en tres áreas: implementación de tecnologías, educación ambiental y campañas de comunicación. El proyecto ha colaborado también con la Facultad de Estudios Superiores Acatlán en la elaboración de estudios de percepción y con la Fundación Banco de Alimentos para incorporar el elemento de nutrición con relación al huerto comunitario. Aunque el proyecto arrancó hace apenas seis meses, ha tenido resultados importantes, es ejemplo para que otras instituciones instalen sistemas de captación, se logró reducir el número de pipas para llenar los tinacos y mayor involucramiento de la comunidad en torno a un eje transversal: el agua.

### **Plan de seguridad del agua para la Ciudad Universitaria**

*Eva Marini, Instituto de Ingeniería*

Los planes de seguridad del agua son metodologías para garantizar la calidad del agua de consumo humano y realiza planteamientos integrales para la evaluación y gestión de riesgo. Los planes de seguridad del agua han sido implementados por varios países de América Latina

y en México Chiapas, Tabasco, Veracruz y el Distrito Federal cuenta con uno de ellos. El Plan de Seguridad del Agua para el Campus de Ciudad Universitaria forma parte del Programa de Manejo, Uso y Reuso del Agua (PUMAGUA) y tiene como objetivos aplicar la metodología recomendada por la Organización Mundial de la Salud en materia de integración de Planes de Seguridad del Agua y determinar el estado actual de la infraestructura física del recurso hídrico en el campus, compuesto por alrededor de 700 hectáreas.

La metodología de los planes de seguridad del agua consta de cuatro etapas. En la primera se conforma un equipo para definir el uso del recurso, después se realiza una evaluación del sistema, que consiste en la descripción del sistema de abastecimiento, la evaluación del peligro y caracterización de riesgo y la determinación de puntos críticos de control. En la etapa tres se establecen los límites críticos y de sistemas de monitoreo de éstos. Por último, se realizan acciones correctivas e incidentales y se efectúa una verificación y validación de la metodología en su conjunto. Con información de PUMAGUA, se obtuvieron datos sobre usos, usuarios y calidad del agua, lo que permitió validar el sistema con base en la NOM-230 sobre salud ambiental del agua para uso y consumo humano y los requisitos que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua.

Para la evaluación de peligros y caracterización de riesgos se utilizó la matriz de Deere, que arroja la probabilidad de frecuencia de éstos y la gravedad de las consecuencias. Fue aplicado a diferentes componentes del sistema, como los pozos, tanques, red de distribución y cisternas y fue identificada la necesidad de actuar para reducir las consecuencias del evento peligroso. Esto permitió establecer un cuadro de acciones correctivas por cada componente y evento peligroso, asignando incluso un responsable de llevarlo a cabo. En general se observó que la red de distribución de agua potable en el campus cumple en un 83.10 por ciento con las especificaciones propuestas en la norma, sin embargo, al no existir un plan financiero para resolver amenazas y vulnerabilidades de los sistemas de abastecimiento, se deberá realizar un análisis de costo-beneficio para proponer la conformación de un organismo operador del servicio.

## SOLUCIONES TÉCNICAS AL MANEJO DEL AGUA

### Plantas de sustentabilidad, una alternativa para la ciudad

*María Guadalupe Morales, Facultad de Arquitectura*

El abastecimiento de agua en la Ciudad de México se satisface en su mayoría (71 por ciento) con la extracción de mantos acuíferos y una mínima parte de las fuentes superficiales (2.5 por ciento). El restante 26.5% se obtiene del sistema Lerma Cutzamala, un complejo sistema que recorre más de 120 kilómetros a una elevación de 1,100 metros, por lo que necesita una gran cantidad de energía para su correcto funcionamiento. La sobreexplotación de los acuíferos, la lejanía de las fuentes alternas del recurso y la imposibilidad de expulsar o reutilizar todas las aguas negras generadas en la ciudad ponen en peligro el sistema hídrico urbano, que se agrava aún más cuando es incorporado el mal manejo de los residuos sólidos urbanos. Ante esta situación se plantea la posibilidad de construir una planta de sustentabilidad que sea capaz de recolectar el agua de lluvia, tratarla y distribuirla, además de hacer un manejo integral de los residuos sólidos.



Javier Carrillo, María Guadalupe Morales  
y Dionisio Calderon.

Para la implementación de esta propuesta se determinó que la zona más adecuada es Iztapalapa. Esta área, demarcación con la mayor densidad poblacional de la zona metropolitana, es el último punto del recorrido de la red de agua potable y cuenta con una gran parte de la población ubicada en asentamientos irregulares sin servicio, de hecho, algunos únicamente cuentan con 150 litros de agua dos veces por semana. Con una superficie de 49,063 m<sup>2</sup>, la planta de sustentabilidad es capaz de almacenar lo que se recolecta en la mitad de un año (más de 30 millones de litros) y de potabilizar lo que se colecta en una semana (más de 2 millones y medio de litros). Así, el área aproximada de impacto de la zona es de un radio de 520 metros alrededor del terreno y de 2,657 habitantes o 660 viviendas, dotando a cada habitante con alrededor de 93 litros por día.

Al ser concebida bajo un principio multidimensional, la planta de sustentabilidad estaría conformada por cuatro áreas principales: 1) recolección de agua. Además de la recolección del agua de lluvia se plantea su almacenamiento y potabilización para su posterior distribución; 2) planta de reciclaje. Podrá recolectar los residuos sólidos del polígono de actuación como plásticos, aluminio, vidrio y papel, aunque este último será el único que se reciclará, pues su proceso es tecnológicamente sencillo y no representa ningún peligro para los procesos relacionados con el agua; 3) recreación y esparcimiento. Tiene como objetivo fomentar la apropiación del proyecto por parte de la población y plantea la construcción de un museo que trate sobre la problemática ambiental de la zona y la ciudad; y 4) administración. Asegura el funcionamiento de las demás áreas por medio del ordenamiento de los trabajos, horarios, empleados, visitas, consumo, ingresos y egresos.

### **Recicladora de agua residual de origen urbano no industrial**

*Jairo Moreno, Instituto Politécnico Nacional*

Considerando que existe un severo problema causado por la falta de abastecimiento de agua potable en el mundo y que éste debe ser solucionado a través de un uso eficiente y sustentable del agua, en el Instituto Politécnico Nacional se desarrolló una recicladora de agua residual de origen urbano no industrial. De acuerdo con CONAGUA, ODAPAS y el SACM, no se tiene registro de este tipo de tecnología a nivel nacional, pues sólo existen plantas de tratamiento para rellenar

canales y lagos naturales o artificiales y para lavado de automóviles que, además de ser costosas, requieren de entre tres mil y cinco mil metros cuadrados de terreno para su operación y del suministro regular de productos químicos o biológicos. La instalación de esta recicladora, que necesita únicamente de un espacio de tres metros cuadrados para su operación en el modelo para 100 personas, puede ayudar a disminuir el estrés hídrico que presentan algunas delegaciones.

La recicladora es una máquina automática que capta el agua residual de desecho de una casa o edificio y que, mediante un proceso de separación de materia y líquidos por filtrados sucesivos y germicidas producidos electrónicamente, dan lugar a la obtención de agua reutilizable en el mismo entorno en el que se produce. El agua recuperada puede ser utilizada para riego agrícola o de parques y jardines y en sanitarios. Con un accesorio opcional de proceso de refinamiento, se obtiene agua para contacto humano (lavado de ropa, duchas, etc.) y al adicionar un segundo accesorio basado en tecnologías de nano materiales, se obtiene agua para consumo humano. En los edificios donde se instala la máquina recicladora se logra una reducción del 80% en el consumo de agua y por lo tanto disminuye el pago del servicio, además de que el agua que se deja de consumir se convierte en un excedente en la red pública que puede ser utilizado por otros habitantes.

Dadas sus características, se espera que la máquina recicladora sea instalada por los usuarios de la red pública que tiene un abasto o calidad deficiente o por aquellos que esporádicamente tienen suministro de agua y que por lo tanto deben reutilizar, el mayor número de veces, la poca que reciben. De esta manera, los usuarios potenciales de esta tecnología son los administradores de unidades habitacionales, empresas constructoras y desarrolladores inmobiliarios y dependencia de los gobiernos federal, estatal y local. Hasta el momento, se han sostenido pláticas con autoridades de Iztapalapa y Netzahualcóyotl para la compra de treinta y dos máquinas. Gracias a su innovación y creatividad, el proyecto ha sido acreedor a diversos premios otorgados por el gobierno del Distrito Federal, IPN y Santander.

## **Servicios de agua en localidades de Oaxaca, sistema actual y panorama futuro**

*Dionisio Calderón, Programa Piloto de Apoyo al Desarrollo Hidráulico  
de los Estados de Oaxaca, Puebla y Tlaxcala*

México experimenta una severa crisis del agua en casi todo el territorio nacional; sin embargo, existen algunas localidades cuyas características las hacen ideales para funcionar como polos de desarrollo en el manejo del agua. Con el apoyo de la Fundación Harp Helú, el Instituto de Ingeniería y la Red del Agua de la UNAM diseñaron un programa para lograr que ocho localidades de Oaxaca, Puebla y Tlaxcala gestionen los servicios de agua en el medio urbano y rural en forma eficiente y sustentable para mejorar su competitividad y propiciar un desarrollo sustentable con plena participación social. Desde el PADHPOT se concibe que este objetivo sólo puede ser logrado a través de tres ejes: incremento en los servicios de agua y saneamiento, uso sustentable del agua en las unidades de riego y una sociedad informada y participativa.

En los inicios de sus labores, el programa seleccionó tres municipios del estado de Oaxaca (Ocotlán de Morelos, San Francisco Telixtlahuaca y Zimatlán de Morelos) utilizando criterios de representatividad, crecimiento poblacional, uso múltiples de agua, facilidad de acceso y grado de atracción económica. Durante la etapa de diagnóstico se realizó una caracterización de los sistemas actuales y su funcionamiento y de la identificación de los principales problemáticas y sus orígenes. De acuerdo con esta etapa, se ubicaron cuatro grandes áreas de oportunidad que deben considerarse en los siguientes pasos del proyecto. En lo político, debe trabajarse bajo un ambiente de tensión entre diferentes corrientes políticas en disputa; de la parte social se observa un interés en la comunidad por participar en las diferentes acciones del proyecto, aunque existe un descontento ante la desigual distribución del recurso; en el ámbito técnico se identificaron amplias zonas sin cobertura y un bajo nivel de capacitación del personal encargado del sistema; por último, se observó un alto grado de contaminación de diversos cuerpos de agua.

Los trabajos desarrollados se encuentran articulados en torno a objetivos puntuales como la conformación de organismos operadores autónomos, implementación de cuotas adecuadas, desarrollo de

estrategias de comunicación efectivas y asesoramiento para tener acceso a ayudas de programas federales. Ello requerirá de una amplia labor de capacitación del personal actual, la realización de planes de mantenimiento a las fuentes de abastecimiento y a las redes de drenaje, saneamiento y distribución y de intensas negociaciones con las instituciones pertinentes. Estas labores deben considerarse en conjunto con acciones de otro tipo como el mantenimiento del sistema conjunto de micro-cuenca, la infiltración artificial, el reuso de agua tratada, los planes de ordenamiento territorial y el papel de las instituciones comunitarias en el manejo de los recursos.

## PROCESOS HIDROLÓGICOS Y GESTIÓN DE CUENCAS

### Proyecto de captura y regulación pluvial “Laguna San Baltazar, Puebla”

*Raúl García, Soluciones Hidropluviales*

Durante la temporada de lluvias, Puebla sufre severas afectaciones, en específico las zonas aledañas a la Laguna de San Baltazar. Desde el boulevard 5 de Mayo, la 14 Sur y la Laguna de San Baltazar, se generan



Sesión sobre  
Procesos Hidrológicos y  
Gestión de Cuencas: Israel Vázquez,  
Luis Zambrano y Raúl García.

escurrimientos que provocan inundaciones con impactos en más de 100 viviendas. El agua alcanza niveles de 1.50 metros dentro de las viviendas, las inundaciones han perjudicado a 120 mil habitantes en 2012. Esta situación es provocada por el mal funcionamiento del colector pluvial y porque el diámetro del drenaje es insuficientes, pues tiene una capacidad de 12 metros cúbicos por segundo y debe descargar un gasto de más de 50 metros cúbicos por segundo, la represa que era el cauce natural de las aguas del Río Chinguiñoso al Atoyac fue cerrada y ahora la descarga se realiza en esa zona.

Para dar solución a este problema se plantea utilizar la Laguna de San Baltazar, con un área de 66 mil metros cuadrados y una capacidad de almacenamiento de 200 mil metros cúbicos, como lugar de captación. El diseño captará los escurrimientos superficiales por medio de rejillas que descargarán a la laguna. Durante la época de lluvia se regulará el tirante de la laguna hasta 1.2 metros, logrando almacenar hasta 86 mil metros cúbicos de agua pluvial. Se instalarán además dos válvulas de control a la salida de ésta que desalojarán el agua de manera controlada a 3 metros cúbicos por segundo a la red pluvial, evitando así la inundación aguas abajo. En época de estiaje, el nivel de la laguna se mantendrá en 2.2 metros, que es su altura actual. Para evitar que la contaminación que arrastran los escurrimientos pluviales de la zona llegue a la laguna se colocaran separadores que retirarán aproximadamente 107 metros cúbicos por segundo de sedimentos y hasta 7,389 litros por año de grasas y aceites.

En un solo punto de control y remoción se detendrá el 80 por ciento de los sedimentos con un tamaño de partícula de 100 micras y el 90 por ciento de los aceites. Su mantenimiento es sencillo, pues se realiza con un camión que retira los contaminantes almacenados en el equipo y no requiere de energía eléctrica ni tiene partes móviles, lo que contribuye a su mantenimiento. El agua obtenida puede ser reutilizada en baños y regaderas después de su desinfección, lo que contribuye a evitar la sobreexplotación de los acuíferos y las inundaciones. Por su sencillez, sentido social y ambiental, el proyecto puede ser replicado en zonas con problemas similares, pues involucra a las comunidades en las que se construye, fortaleciendo el sentido de comunidad y asegurando el cuidado de la tecnología por los propios habitantes.

## **Regionalización de datos de escurrimiento de Regiones Hidrológicas de México para la estimación de avenidas de diseño**

*Humberto Guzmán, Instituto de Ingeniería*

En México están operando cerca de 5,000 presas, en su mayoría chicas o medianas con pocos registros históricos de escurrimiento, lo que impide un análisis estadístico confiable sobre sus avenidas de diseño, lo cual es de gran utilidad para revisar el funcionamiento de sus obras de excedencias, estimando gastos de descarga e implicaciones aguas abajo de la obra. Bajo esta premisa, en el Instituto de Ingeniería se realiza un estudio a nivel nacional para disponer de modelos regionales que permitan la estimación confiable de avenidas de diseño para periodos de retorno menores a 200 años en cuencas con áreas de entre 500 y 5,000 kilómetros. De las 1,471 cuencas hidrográficas con las que cuenta el país, se han seleccionado aquellas que cuentan con estaciones hidrométricas con más de 20 años de registro histórico, haciendo una revisión del área de drenaje reportado por las bases de datos oficiales.

A partir de la selección, se obtienen los gastos máximos instantáneos anuales, eliminando los datos dudosos y completando registros faltantes con los reportes de gastos mensuales, posteriormente se obtienen los gastos medios máximos para distintas duraciones y se determinan los estadísticos tanto de los gastos máximos instantáneos como de los gastos medios máximos. Tomando en cuenta los estadísticos obtenidos se determinan conjuntos de las regiones hidrológicas en la que se divide el país haciendo un resumen de ecuaciones potenciales que relacionan la media de los gastos máximos instantáneos con el área de drenaje de las hidrométricas del grupo analizado. Una vez agrupados los gastos máximos instantáneos normalizados, se realizan algunos ajustes con paquetería especializada para después seleccionar el procedimiento que arroja el menor error estándar y con ello se realiza la extrapolación de gastos.

La información obtenida permite construir gráficas de datos medidos contra datos calculados y agruparlos para distintos periodos de retorno en todas las regiones hidrológicas para fabricar las avenidas de diseño. Con el uso de algoritmos genéticos se estiman ecuaciones que se asocian a la media de los gastos máximos instantáneos con el área de la cuenca y el tiempo de concentración. Finalmente, se com-



Dr. Ramón Domínguez Mora del Instituto de Ingeniería.

para los coeficientes de determinación obtenidos con los modelos previamente conseguidos y se obtiene como producto final modelos regionales basados en escurrimientos y fisiografía de la cuenca a nivel nacional para estimar avenidas de diseño.

**Modelo para la estimación de costos de daños directos por inundación en establecimientos comerciales en las zonas inundables del Río Lerma, EDOMEX, 2009 - 2012**

*Israel Vázquez, Universidad Autónoma del Estado de México*

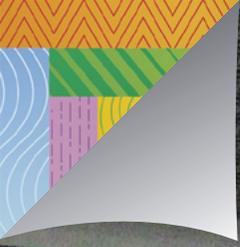
En la cuenca alta del río Lerma, constituida por 44 municipios que ocupan una extensión de 5,244 km<sup>2</sup>, existe una alta concentración de comercios, en específico en la zona aledaña a Toluca. Éstos son afectados año con año por las inundaciones, provocando grandes pérdidas económicas. Reconociendo esta situación, se elaboró un proyecto que tiene por objetivo diseñar una metodología que permita construir un modelo para estimar los daños directos por inundación en establecimientos comerciales a partir de las zonas inundables de la cuenca. La metodología consta de cuatro etapas, en la primera de ellas se construye una base de datos geoespacial con base en insumos cartográficos y

estadísticos, para después realizar una estimación del valor de los bienes afectados y obtener así una curva de daños relacionada con la altura del agua; finalmente, se obtiene el costo de inundación promedio.

Primero se realizó un cálculo del valor promedio en los censos económicos del INEGI del subgrupo de actividad económica, así como de los valores máximos y mínimos y se le comparó con la estimación promedio de daños en relación a la altura de la lámina de agua, calculada en algunos sitios en más de dos metros. Posteriormente, se estimó el valor promedio de la producción bruta del sector comercio al por menor en la zona de inundación y se eligió un modelo de distribución de bienes en comercio al por menor. La información permitió realizar diferentes curvas de daño y obtener así los costos máximos de inundación para cada año, considerando establecimientos comerciales, zonas habitacionales y zonas agrícolas. Los costos estimados fueron de 114, 173 y 136 millones de pesos para los años 2009, 2010 y 2011, respectivamente.

El proyecto demuestra que es factible construir modelos que permitan estimar costos de daños en caso de inundación. La exactitud y pertinencia del modelo dependerán directamente de la calidad de los insumos cartográfico y estadísticos de los que se disponga, sin embargo, éstos pueden ser más pertinentes que los obtenidos por la vía de un estudio por muestreo, dado el clima de inseguridad. Los modelos son representaciones que permiten explicar la realidad y, por tanto, están sujetos a simplificaciones, de cualquier forma, representan un avance disciplinario, por un lado, y una herramienta útil para la toma de decisiones en caso de desastres de esta naturaleza.





Exposición de Carteles  
del 20 al 22 de agosto de 2013

Hormigales artificiales para el tratamiento de aguas residuales como fuente de energía renovable

El agua residual es un recurso que puede ser aprovechado para generar energía renovable a través de la digestión anaeróbica. Este proceso produce biogás, que puede ser utilizado para generar electricidad y calor. Además, el agua residual tratada puede ser reutilizada para riego o en procesos industriales.

Este proyecto busca demostrar la viabilidad de esta tecnología en un entorno urbano, reduciendo el consumo de energía y el costo de tratamiento de aguas residuales.

El agua residual es un recurso que puede ser aprovechado para generar energía renovable a través de la digestión anaeróbica. Este proceso produce biogás, que puede ser utilizado para generar electricidad y calor. Además, el agua residual tratada puede ser reutilizada para riego o en procesos industriales.

Este proyecto busca demostrar la viabilidad de esta tecnología en un entorno urbano, reduciendo el consumo de energía y el costo de tratamiento de aguas residuales.



# Exposición de carteles

**PARA CONTRIBUIR CON EL INTERCAMBIO DE CONOCIMIENTO ENTRE SUS** miembros, alumnos e investigadores de diversas disciplinas y provenientes de múltiples entidades académicas nacionales, la Red del Agua UNAM lanzó una convocatoria abierta para participar en las Jornadas del Agua a través de la presentación de carteles sobre cualquiera de los cuatro ejes que han sido definidos como prioritarios a nivel mundial: cambio climático; gobernabilidad y financiamiento del agua; procesos hidrológicos y gestión de cuencas; y el agua como factor de desarrollo económico y social.

Después de un proceso de selección, el comité decidió seleccionar nueve trabajos para ser expuestos el día 27 de agosto en la sala de exposiciones de la Torre de Ingeniería. Con una amplia concurrencia, los autores de los carteles tuvieron la oportunidad de interactuar con los asistentes, explicar sus procesos de investigación, resolver dudas y ampliar sus redes con otros interesados en el mismo tema.

Los carteles expuestos son los siguientes.

## **Monitoreo de calidad de agua en Ciudad Universitaria para agua segura**

*Stephanie Paola Espinosa García y José Ramón Sánchez Castañeda*

## **Hidrodinámica Marítima en Plataformas Petroleras**

*Said Abraham Franco Velasco*

## **Estudio sobre la escasez de agua potable en Iztapalapa**

*Miguel Ángel Machorro Martínez, Rosario Antonio Coronado,  
Jesica Rojas Jardines*

## **El Alberto, caso de estudio de la transferencia del agua residual de la Ciudad de México: beneficios y problemáticas**

*Columba Martínez-Espinosa, Ana Karen Peña-López,  
Nathalie Cabirol, Marcelo Rojas-Oropeza*

**Cambio climático: ¿esperanza o catástrofe?**

*Arantxa Sacristán Ramírez*

**Humedales artificiales para el tratamiento de agua residual  
como fuente de energía renovable**

*M. en I. María Guadalupe Salinas Juárez, Dra. Ma. Del Carmen Durán de Bazúa, Gabriela E. Moeller Chávez, Pedro Roquero Tejeda*

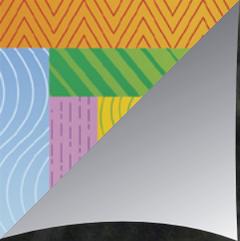
**ATZIN: el agua como recurso y su cuidado  
como eje de desarrollo social**

*Paola Sofía Serrano Bravo*





Durante la exposición.





# Lecciones aprendidas

**DURANTE LOS TRES DÍAS DE INTENSAS LABORES DE LAS JORNADAS DEL AGUA,** miembros de la academia, la iniciativa privada, la administración pública y la sociedad civil analizaron a profundidad una diversidad de aspectos relacionados con la temática hídrica y reconocieron que México enfrenta grandes retos en gestión del agua. En cada una de las sesiones, los expertos compartieron posibles soluciones a los problemas más apremiantes y discutieron sobre la diversidad de mecanismos, aproximaciones y metodologías que consideran fundamentales en el alcance de este objetivo. La pluralidad de visiones y disciplinas contribuyó igualmente al fortalecimiento de un lenguaje común, indispensable para hacer realidad los principios de la gestión integral de los recursos hídricos.

La respuesta a la crisis de gestión del agua en México se encuentra en la transición hacia un nuevo paradigma de sustentabilidad del recurso. Su alcance no es sencillo, pues supone profundas transformaciones sociales, políticas, económicas, culturales, institucionales y científicas. Implica, en primera instancia, realizar un replanteamiento de la **GOBERNABILIDAD** del agua para hacerla más eficiente, participativa, integral y transversal. Debe sustentarse en un marco legal comprensivo que finque atribuciones claras para cada uno de los usuarios de acuerdo con su papel dentro del ciclo hidrológico ampliado, que establezca sanciones para aquellos que incumplan las normas y, sobre todo, que garantice los mecanismos para un pleno ejercicio del **DERECHO HUMANO AL AGUA**.

Los nuevos esquemas de gobernanza son sustanciales para evitar la propagación e intensificación de los **CONFLICTOS POR EL AGUA**. El Estado y el mercado no son las únicas instituciones con capacidades para gestionar los recursos comunes, la organización comunitaria, con reglas específicas por territorio, ha demostrado ser también efectiva en proponer nuevas maneras de administrar la escasez de agua a través de tecnologías propias y formas tradicionales de comunicación. Para evitar agravar estos conflictos, es necesario considerar en la toma de deci-

siones la información técnica y científica producida por la academia, en específico en temas como **CAMBIO CLIMÁTICO** y el **NEXO AGUA-ENERGÍA-ALIMENTOS**. La falta de información y una mala comunicación entre sectores perpetúan acciones inequitativas, como el mantenimiento de un sistema financiero guiado sin criterios de sostenibilidad.

La Universidad Nacional Autónoma de México, a través de la Red del Agua de la UNAM, agradece a quienes hicieron posible la realización de este evento y, sobre todo, a los asistentes y conferencistas que enriquecieron las labores llevadas a cabo durante las Jornadas del Agua UNAM.







**PUMAGUA**



## **Directorio**

**Dr. José Narro Robles**

Rector UNAM

**Dr. Eduardo Bárzana García**

Secretario General UNAM

**Dra. Estela Morales Campos**

Coordinadora de Humanidades

**Dr. Carlos Arámburo de la Hoz**

Coordinador de la Investigación Científica

**Dra. María Teresa Uriarte Castañeda**

Coordinador de Difusión Cultural

**Mtro. Juan Manuel Romero Ortega**

Coordinador de Innovación y Desarrollo

[www.agua.unam.mx/jornadas2013](http://www.agua.unam.mx/jornadas2013)