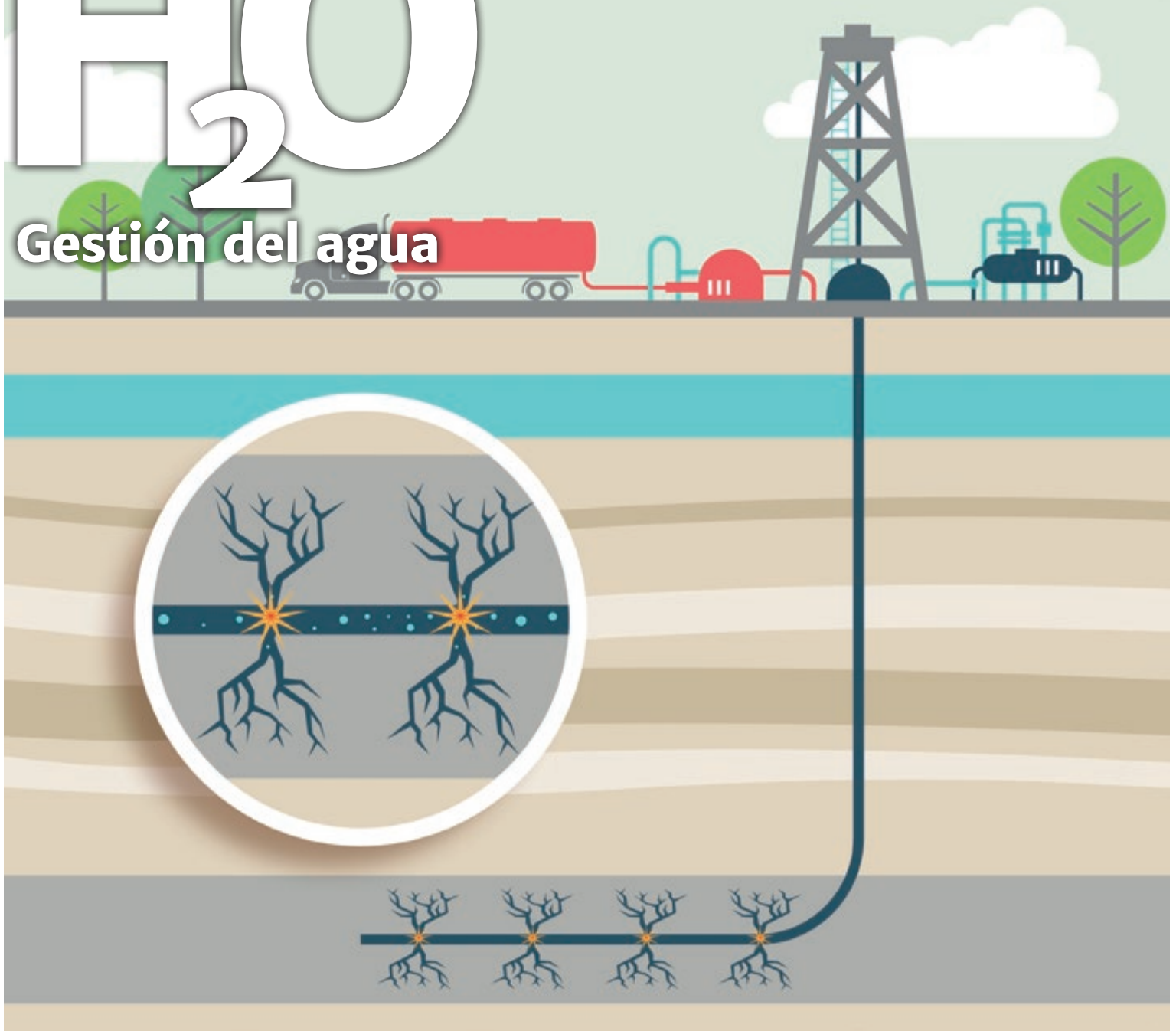


H₂O

Gestión del agua



Extracción de gas **shale**, un acertijo **sin resolver**

Ante un escenario adverso, acciones concertadas. Entrevista a **Arturo Jesús Palma Carro** | Comparación de tarifas de agua en México y el mundo. **Ernesto Blanco Sandoval** | Política agroambiental y contaminación con plaguicidas. **Rosario Espejo Pérez** | Operación y mantenimiento, el centro de los proyectos. **Alejandro Bozovich** | El agua viene de las cuencas. **Luisa Paré Ouellet**



**SISTEMA DE AGUAS
DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

Revista auxiliar de difusión del Sacmex dirigida a la población y profesionales interesados en el sector agua.



CONSTRUCCIONES
Fypasa

Reingeniería y modernización de la planta de tratamiento de la ciudad, tercera etapa, Aguascalientes

El caudal de agua residual a tratar en esta planta será de 2,000 l/s; para ello se integrarán equipamientos novedosos en las unidades de tratamiento existentes y unidades innovadoras para el tratamiento de lodos. En éstas se podrán introducir instalaciones para

cogeneración de energía eléctrica y térmica; el biogás producido se utilizará en la digestión anaeróbica de los lodos subproducto del tratamiento del agua.

El objetivo de la reingeniería ha sido no sólo tratar 2,000 l/s, sino también poder procesar un

incremento de 40% en la carga orgánica, así como producir agua tratada con calidad de reúso mediante la elevación del nivel tecnológico de la planta existente, lo que permitirá aumentar las eficiencias de procesamiento tanto en la línea de agua como en la de lodos.



Director General

Ramón Aguirre Díaz

Director de

Fortalecimiento Institucional

Miguel Ricaño Escobar

**Director de Sectorización
y Automatización**

José Ángel Ruiz Aparicio

**Director Ejecutivo de
Planeación y Construcción**

Fernando Alonzo Ávila Luna

Director Técnico

Mauricio Jaime

Hernández García

Director de Construcción

Carlos Jesús García

Fernández Galicia

**Directora de Licitaciones y
Seguimiento a Obra Pública**

Martha Patricia Mora Torres

Director Ejecutivo de Operación

Alejandro Martínez Pérez

**Director de Agua Potable
y Potabilización**

Héctor Manuel Reyes Martínez

**Director de Drenaje,
Tratamiento y Reúso**

Miguel Carmona Suárez

Director de Mantenimiento

Francisco J. Patiño Peña

**Director Ejecutivo
de Servicios a Usuarios**

Ernesto Blanco Sandoval

Director de Informática

Gerardo Ortega Rodríguez

**Director de Verificación
Delegacional y Conexiones**

Gerardo González Rivero

Director de Atención a Usuarios

Leonardo Estrada García

Directora Jurídica

María de Lourdes

Gilbert Hidalgo

**Directora General
Administrativa**

Frida Palacios García

Director de Recursos Humanos

Ricardo Sánchez Madrid

**Director de Recursos Materiales
y Servicios Generales**

Miguel Ángel Gutiérrez Acevedo

**Directora de Finanzas
y Contabilidad**

Fabiola Córdova Almaraz

Contenido

4 TEMA DE PORTADA
Extracción de gas *shale*,
un acertijo sin resolver
Luis Eduardo de Ávila Rueda

12 ENTREVISTA
Ante un escenario adverso,
acciones concertadas
Arturo Jesús Palma Carro

18 VALLE DE MÉXICO
Retos de la gestión del
agua potable en la CDMX
*Jorge Alejandro Silva Rodríguez
de San Miguel*



24 INFRAESTRUCTURA
Operación y mantenimiento,
el centro de los proyectos
*Alejandro Bozovich
y Jean-Pierre Hangouët*

32 GESTIÓN
El agua viene de las cuencas.
Una experiencia de cogestión
en Veracruz
Luisa Paré Ouellet

38 ADMINISTRACIÓN
Comparación de tarifas de agua
en México y el mundo
Ernesto Blanco Sandoval



46 Elementos para entender
el problema del agua
Felipe de Alba Murrieta



52 SUSTENTABILIDAD
Culturas del agua: aproximaciones
conceptuales
*Alejandro Sainz Zamora
y Silvia Sevilla Escamilla*

58 AGRICULTURA
Política agroambiental
y contaminación con plaguicidas
Rosario Pérez Espejo



66 EL AGUA EN EL MUNDO
La inminente crisis hídrica
en el Golfo Pérsico
Helios



74 ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL
76 BREVES
78 CALENDARIO
80 ARTE/CULTURA



Revista auxiliar de difusión del Sacmex dirigida a la población y profesionales interesados en el sector agua.

Julio-Septiembre 2017

Portada: cienciauanl.uanl.mx

Director General

Ramón Aguirre Díaz

Consejo Editorial

Luis Eduardo de Ávila Rueda
Alfonso Camarena Larriva
Fernando González Villarreal
Luis Manuel Guerra Garduño
César Herrera Toledo
Humberto Marengo Mogollón
Alejandro Martínez Pérez
Adalberto Noyola Robles
Roberto Olivares
César Octavio Ramos Valdés
Luis Robledo Cabello
Emiliano Rodríguez Briceño

Dirección Ejecutiva

Daniel N. Moser da Silva

Dirección Editorial

Alicia Martínez Bravo

Coordinación Editorial

José Manuel Salvador García

Coordinación de Contenidos

Teresa Martínez Bravo

Contenidos

Ángeles González Guerra

Diseño

Diego Meza Segura

Marco Antonio Cárdenas Méndez

Dirección Comercial

Daniel N. Moser da Silva

Comercialización

Laura Torres Cobos

Victoria García Frade Martínez

Dirección Operativa

Alicia Martínez Bravo

Administración y Distribución

Nancy Díaz Rivera

Realización

HELIOS COMUNICACIÓN

+52 (55) 55 13 17 26



HELIOS
COMUNICACIÓN

Los artículos firmados son responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente la opinión del Sistema de Aguas de la Ciudad de México.

Los textos publicados, no así los materiales gráficos, pueden reproducirse total o parcialmente siempre y cuando se cite la revista *H₂O Gestión del agua* como fuente. Para todo asunto relacionado con *H₂O Gestión del agua*, dirigirse a h2o@heliosmx.org

H₂O Gestión del agua, publicación trimestral. Julio-septiembre de 2017. Editor responsable Ramón Aguirre Díaz. Número de Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor: 04-2013-072517282900-102. Número de Certificado de Licitación de Título y Contenido: 16133. Domicilio de la publicación: Nezahualcóyotl 109, col. Centro, Delegación Cuauhtémoc, C.P. 06080, D.F. Impresión y distribución: Helios Comunicación, S.A. de C.V., Av. Insurgentes Sur 4411, ed. 7 depto. 3, colonia Tlalcoligía, delegación Tlalpan, C.P. 14430, México, Distrito Federal.

H₂O Gestión del agua es una revista auxiliar de difusión del Sacmex dirigida a la población y profesionales interesados en el sector agua. Nezahualcóyotl 109, Col. Centro, Delegación Cuauhtémoc, C.P. 06080, D.F. Costo de recuperación \$60, números atrasados \$65. Suscripción anual \$625.

550 años construyendo

A tan sólo dos meses de haberse iniciado formalmente la temporada de lluvias en la Ciudad de México (que abarca del 15 de mayo al 15 de octubre), ya se han presentado cuatro eventos que superaron por mucho la capacidad de su sistema de drenaje.

Algo importante por destacar: el Valle de México es una cuenca endorreica, cerrada, que no tiene salidas naturales y sólo puede expulsar el agua mediante infraestructura construida ex profeso. No tiene un gran río que permita desalojar el agua; por lo contrario, sus ríos la llevan hacia el centro de la ciudad.

En 1449, los aztecas construyeron el Albaradón de Nezahualcóyotl. En 1607 se aprobó la construcción del Tajo de Nochistongo que se concluyó 182 años después, en 1789, luego de padecer múltiples inundaciones.

En 1900, Porfirio Díaz inauguró el Gran Canal del Desagüe, que fue insuficiente. Tras las anegaciones de mediados del siglo XX, en 1967 se decidió iniciar la construcción del Sistema de Drenaje Profundo, cuya primera etapa se terminó en 1975. En 2008 se da comienzo a la construcción del Túnel Emisor Oriente, que se encuentra en proceso con un primer tramo en funcionamiento desde 2013.

Concluidas todas estas obras del drenaje metropolitano, aún se requieren muchas más en los drenajes primarios y secundarios, por lo que la ciudad seguirá padeciendo problemas de encharcamientos e inundaciones en cada temporada de lluvias. El crecimiento de la ciudad, la antigüedad de las tuberías, los hundimientos diferenciales del suelo, por mencionar tres de los más relevantes, son problemas que únicamente podrían atenuarse con multimillonarias inversiones que no están siendo consideradas ahora.

En días pasados el jefe de gobierno de la Ciudad de México hizo un llamado al gobierno federal para que contribuya con 10 mil millones de pesos destinados a atender los problemas más graves que se presentan; al momento de escribir estas líneas no había respuesta.

Somos una civilización que lleva más de 550 años empeñada en vivir en un lugar que la naturaleza nos recuerda es zona de agua.

Construir infraestructura para dominar la formación de grandes lagos y permitir que funcione una de las ciudades más grandes del mundo requiere mucha ingeniería, que los mexicanos podemos presumir, pero también multimillonarias inversiones, que no se destinan.

Ramón Aguirre Díaz



Extracción de gas shale, un acertijo sin resolver



qpo1.qub.ac.uk



LUIS EDUARDO DE ÁVILA RUEDA

Ex director general de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Semarnat.

La extracción de gas *shale* es una actividad “a la vuelta de la esquina” que aún no logra dar respuesta a muchas interrogantes; sin embargo, urge definir el marco legal que permita su puesta en operación.

Hace unos meses, la Comisión Nacional del Agua (Conagua), órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), sometió a consulta pública los “Lineamientos para la protección y conservación de las aguas nacionales en actividades de exploración y extracción de hidrocarburos en yacimientos no convencionales”.

Los yacimientos no convencionales se refieren a la formación de lutitas con propiedades petrofísicas, geoquímicas y geomecánicas adecuadas que permiten generar y contener hidrocarburos en estado gaseoso.

Dado que la extracción del gas contenido en estos yacimientos requiere grandes volúmenes de agua (para realizar el fracturamiento hidráulico de las lutitas), la Conagua sometió a consulta pública esos lineamientos para proteger y conservar las aguas nacionales.

Los lineamientos son necesarios desde la perspectiva técnica, primero para agilizar la viabilidad de obtención del agua necesaria para realizar el fracturamiento hidráulico (*fracking*), y segundo, porque no existe en la Ley de Aguas Nacionales (LAN), su reglamento o las normas oficiales que de ésta emanan el concepto de inyección de agua en el subsuelo con el propósito de hacer viable la extracción de hidrocarburos o cualquier proceso productivo.

Un protocolo que no se refleja en los lineamientos

En las teorías relacionadas con la extracción del gas contenido en lutitas se argumenta que, debido a la profundidad a la que se localizan estos yacimientos, los acuíferos posiblemente asociados no deben ser considerados reservas de agua potable, y por lo tanto su gestión no debe regirse por la legislación existente. Tal argumento está en duda a partir de la reciente puesta

en operación de un pozo a 2,000 metros de profundidad que provee 60 litros por segundo a la Ciudad de México.

Hay quienes defienden a toda costa la posición de que la explotación del gas contenido en lutitas no causará contaminación en mantos acuíferos; otros dicen que la contaminación es inevitable.

La pregunta entonces debe ser: en el remoto o probable caso de que algún acuífero sea contaminado por esta actividad, ¿existe en México un adecuado marco legal que garantice su remediación? La respuesta: no existen normas mexicanas que establezcan criterios y metodología para caracterizar o remediar un acuífero. Los motivos por los cuales no existen son diversos.

No obstante lo anterior, para subsanar esta laguna legal el año pasado la Conagua dio a conocer un “Protocolo para la caracterización y remediación de acuíferos”, en el cual se señalan los procedimientos a seguir. Sin embargo, los conceptos expresados en dicho protocolo no están reflejados en los lineamientos mencionados que la Conagua sometió a consulta pública.

Cabe señalar que la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) contempla en el tema de remediación de sitios contaminados dos posibles escenarios: por emergencia ambiental o por pasivo ambiental.

Dicha ley define la remediación como “el conjunto de medidas a las que se someten los sitios contaminados para eliminar o reducir los contaminantes hasta un nivel seguro para la salud y el ambiente o prevenir su dispersión en el ambiente sin modificarlos”, de conformidad con lo que se establece en la misma LGPGIR, y sitio contaminado como el “lugar, espacio, suelo, cuerpo de agua, instalación o cualquier combinación de éstos que ha sido contaminado con materiales o residuos que, por sus cantidades y características, pueden representar un riesgo para la salud humana, a los organismos vivos y el aprovechamiento de los bienes o propiedades de las personas”.

► Tema de portada

Extracción de gas shale,
un acertijo sin resolver

Los artículos 68 a 71 de la ley citan las responsabilidades y consecuencias de contaminar un sitio como resultado de la generación, manejo o liberación, descarga, infiltración o incorporación de materiales o residuos peligrosos al ambiente.

El problema es que la contaminación por *fracking* no podría ser atribuida a “causas fortuitas o de fuerza mayor”, sino que estará relacionada con una actividad autorizada (artículo 72); es por ello que no podrán imponerse medidas de emergencia necesarias para hacer frente a la contaminación.

Otro aspecto relevante es el señalado en el artículo 73: “En el caso de abandono de sitios contaminados con residuos peligrosos o que se desconozca el propietario o poseedor del inmueble, la Secretaría, en coordinación con las entidades federativas y los municipios, podrá formular y ejecutar programas de remediación, con el propósito de que se lleven a cabo las acciones necesarias para su recuperación y restablecimiento y, de ser posible, su incorporación a procesos productivos.”

En el remoto o probable caso de que algún acuífero sea contaminado por esta actividad, ¿existe en México un adecuado marco legal que garantice su remediación? La respuesta: no existen normas mexicanas que establezcan criterios y metodología para caracterizar o remediar un acuífero.

El subsuelo, de acuerdo con el artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, es propiedad de la nación, por lo que en caso de abandono por parte de los sujetos regulados será la Semarnat, por conducto de la Conagua, la responsable de formular y ejecutar programas de remediación para restablecer los acuíferos en caso de que éstos resulten contaminados. De aquí la importancia de analizar detalladamente los citados lineamientos, cuyo objetivo es establecer las disposiciones de carácter general y los requisitos que en materia de protección y conservación de las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes deberán cumplir los sujetos regulados en las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos en yacimientos no convencionales.

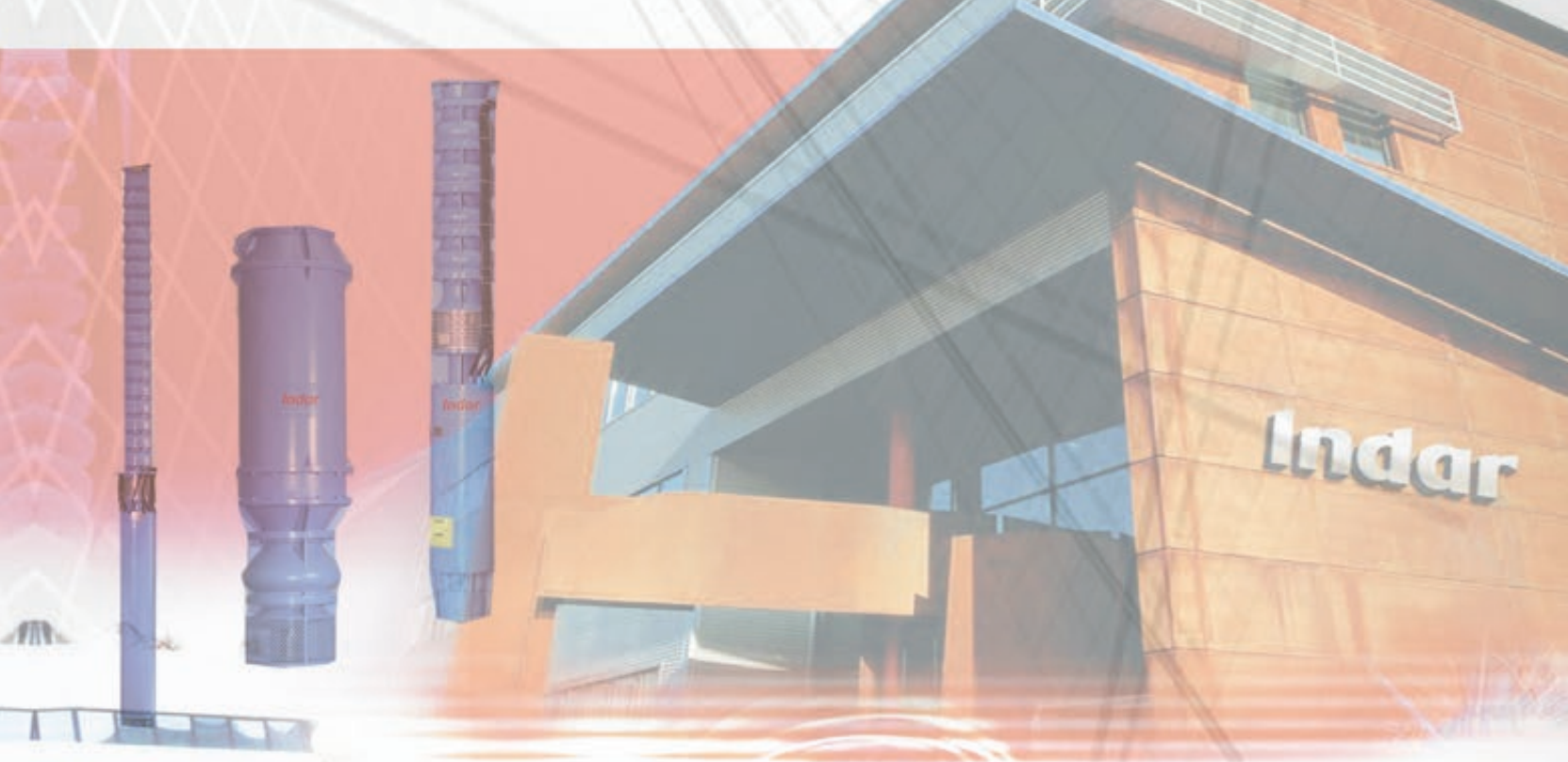


Un riesgo ambiental sin definir

El presente análisis se centrará en la protección y conservación de las aguas nacionales, aunque existen muchas otras dudas sobre la motivación y fundamentación de estos lineamientos, que dan preferencia de uso del agua subterránea y superficial a esta actividad extractiva sobre muchas otras actividades productivas. Por ejemplo, el artículo 4 de los citados lineamientos establece que “la disponibilidad media anual de las aguas nacionales se publicará en términos de lo dispuesto en la Ley. La CNH y los Regulados podrán consultar en cualquier tiempo la disponibilidad de las aguas en los acuíferos o cuencas mediante solicitud a la Comisión”.

La pregunta es ¿por qué, si la Conagua cuenta con la disponibilidad media anual de las aguas nacionales de manera permanente, esta información sólo estará disponible para los sujetos regulados de esta actividad? Puesto que la disponibilidad de agua es un agente promotor o no del desarrollo, ¿no debe estar obligada la Conagua a proporcionar dicha información a cualquier otro interesado en realizar actividades productivas? ¿Qué factores han sido considerados para decidir que la extracción de gas por este método es prioritaria para el país sobre cualquier otra actividad productiva que requiera agua?

El artículo 5 de estos lineamientos señala en su inciso a) que en aquellos casos en que no haya disponibilidad de aguas en los acuíferos o cuencas en que se ubique el área contractual o de



Indar

Una Marca *Ingeteam*

" En nuestro compromiso de ofrecer al cliente la solución integral, de la más alta calidad y totalmente adaptada a sus necesidades de equipos de bombeo sumergibles, proporcionamos un servicio completo de asesoramiento, soporte técnico, formación y mantenimiento a lo largo de nuestro país "



INDAR AMÉRICA S.A. DE C.V.

YUCATÁN N°1 COL. SANTA CLARA ECATEPEC, ESTADO DE MÉXICO C.P. 55540 TELS.(55) 5790 5864 (55) 5790 5874 FAX. (55) 5790 5802

ventas@indaramerica.com.mx

www.indarpump.com

► Tema de portada

Extracción de gas shale,
un acertijo sin resolver

asignación, los regulados podrán, en el ámbito de competencia de la comisión, promover la transmisión de derechos de títulos de concesión que hayan sido otorgados en el mismo acuífero o cuenca; b) solicitar títulos de concesión para extraer aguas marinas interiores o del mar territorial para fines de desalinización, o c) promover la autorización para utilizar aguas residuales no comprometidas provenientes del uso público urbano.

Es prudente recordar que mediante ocho acuerdos de carácter general firmados por el Ejecutivo federal el día 5 de abril de 2013 se suspendió provisionalmente el libre alumbramiento de las aguas subterráneas en todo el territorio nacional. La motivación que dio origen a dicha suspensión aún prevalece:

“El agua subterránea es un recurso vital para el desarrollo de México. En efecto, los acuíferos son la única fuente permanente de agua en sus extensas regiones áridas, que aproximadamente ocupan el 50% de su territorio; suministran cerca del 52% del volumen de agua que demandan las ciudades, donde se concentran unos 60 millones de habitantes; aportan el agua para el riego de unos dos millones de hectáreas, la tercera parte de la superficie de riego a nivel nacional; satisfacen gran parte de las demandas de agua de los desarrollos industriales, y son la principal fuente de abastecimiento de la población rural. [...]

“el crecimiento demográfico y el desarrollo de los sectores productivos siguen generando demandas crecientes de agua. Consecuentemente, en varias de las principales cuencas, los efectos de la sobreexplotación progresan, a pesar de las acciones emprendidas para frenarla; el suministro de agua a las grandes ciudades es cada vez más difícil de satisfacer, no obstante lo cual la población urbana sigue en aumento; la rentabilidad de la agricultura de riego por bombeo se ve comprometida por el incremento de los costos de extracción; el uso competitivo del agua subterránea ha provocado enfrentamientos físicos, legales o virtuales entre individuos, sectores, poblaciones y aun entidades políticas [...]

“A todo esto se suma la seria amenaza del impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos. Según los pronósticos, este fenómeno global provocará: la disminución de la precipitación pluvial y el incremento de la temperatura en varias regiones de México, factores que a su vez redundarán en un decremento del escurrimiento superficial y de la recarga de los mantos acuíferos; la ocurrencia de sequías más severas,

Para acreditar la independencia hidráulica de acuíferos los regulados sólo deben presentar información sobre la profundidad, características físicas y salinidad del agua. Inexplicablemente no se les solicita ningún otro análisis geohidrológico para demostrar dicha independencia hidráulica, como podría ser –entre muchos otros, y sólo por mencionar uno– el análisis isotópico del agua, que permitiría determinar la edad y origen de la recarga; la independencia hidráulica no puede ser demostrada con base en la profundidad, características físicas y salinidad del agua.

prolongadas y frecuentes, y el ascenso del nivel del mar, con la consiguiente disminución de la disponibilidad de agua dulce en los acuíferos costeros, derivada de la migración tierra adentro del agua marina, en la superficie y en el subsuelo.”

¿Por qué permitir el aprovechamiento de cualquier fuente existente para la puesta en operación de esta actividad en zonas donde el agua ha sido una restricción histórica para el desarrollo (urbano, agrícola o industrial)? Y ¿de qué manera esto coadyuva en la conservación de los recursos hidráulicos?

En el artículo 7 se establece que “los Regulados que en la etapa de exploración de hidrocarburos en Yacimientos no Convencionales requieran el uso, explotación o aprovechamiento de aguas nacionales, deberán solicitar la concesión correspondiente presentando, además de la documentación que establece la Ley, la siguiente información, entre la que destaca la Resolución favorable de la Manifestación de Impacto Ambiental *correspondiente*”. Es decir, por las dimensiones de los campos de explotación, que son de miles de hectáreas e incluyen a más de un municipio o entidad federativa, la modalidad del Estudio de Impacto Ambiental debe ser regional. Esta modalidad, por definición de ley, no incluye el análisis de actividades altamente riesgosas. Se deduce entonces que el artículo 7 de estos lineamientos no considera la actividad de los regulados como altamente riesgosa, por lo que no solicitan se presente un estudio de riesgo.

El riesgo ambiental, de acuerdo con la Ley General de Protección al Ambiente, se define “como la probabilidad de que ocurran accidentes mayores que involucren a *los materiales peligrosos* que se manejan en las actividades altamente riesgosas, que puedan trascender los límites de sus instalaciones y afectar adversamente a la población, los bienes, al ambiente y los ecosistemas. La evaluación de dicho riesgo comprende la determinación de los alcances de los accidentes y la intensidad de los efectos adversos en diferentes radios de afectación”.

Es prudente mencionar que en ningún artículo de los citados lineamientos se solicita a los regulados realizar un análisis CRETIB (sigla del código de clasificación que corresponde a las características de corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológico-infeccioso) de las sustancias que componen la mezcla que será inyectada para lograr el fracturamiento hidráulico de las lutitas. Es decir, se da por sentado que las sustancias que se inyectarán no van a alterar las condiciones nativas del agua subterránea de la zona, y que en ningún caso estas sustancias serán corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o infecciosas. Se intuye entonces que el agua que será inyectada al subsuelo cumplirá con lo que señalado en las normas 014 y 015 de la Conagua; pero este no parece ser el caso.

El motivo que se da para considerar que las probables afectaciones no representan un riesgo para la protección y conservación de las aguas nacionales se sustenta en que se trata de



acuíferos hidráulicamente independientes de los oficialmente reconocidos por la comisión, dado de que se trata de acuíferos identificados como resultado de las actividades de exploración (artículo 9).

Sin embargo, para acreditar la independencia hidráulica de estos acuíferos, los regulados sólo deben presentar información sobre la profundidad, características físicas y salinidad del agua. Inexplicablemente no se les solicita ningún otro análisis geohidrológico para demostrar dicha independencia hidráulica, como podría ser –entre muchos otros, y sólo por mencionar uno– el análisis isotópico del agua, que permitiría determinar la edad y origen de la recarga; la independencia hidráulica no puede ser demostrada con base en la profundidad, características físicas y salinidad del agua. Además, el artículo 9 es contradictorio respecto a lo citado en el artículo 4: si se trata de acuíferos *oficialmente no reconocidos* los que estarán sujetos a explotación, ¿cómo se pretende que la Conagua pueda proporcionar información sobre la disponibilidad media anual de estos recursos si desconoce el acuífero? Peor aun: ¿cómo puede la Conagua determinar su *línea base*, tal como lo establece el artículo 18? La perforación de un pozo de exploración hidrogeológica es totalmente insuficiente para lograr el objetivo de conservar y proteger los acuíferos, como lo dicta el artículo 17 del citado documento.

Para establecer la línea base (que por homologación con la NOM-015-CONAGUA-2007 se entiende que debe ser la calidad del agua nativa), estos lineamientos omiten mencionar el método y responsable del muestreo. En concordancia con dicha norma, debería utilizarse la Norma ISO/CD 5667-11-2006 de Calidad del Agua.- Muestreo.- Parte 11.- Guía para el muestreo de aguas subterráneas, la que la sustituya o la norma mexicana correspondiente; el responsable del muestreo y análisis debe ser un laboratorio certificado.

En cuanto a la red de monitoreo regional con pozos de observación cada 25 km², es decir, cada 2,500 hectáreas, es absolutamente insuficiente para caracterizar, establecer el modelo conceptual del acuífero y conocer la distribución espacial de la calidad del agua, e inferir las direcciones principales del flujo subterráneo, como los señala el artículo 19.

Intentar complementar la información de esta red con pozos locales es contradictorio a lo señalado en el artículo 9, respecto de ser acuíferos hidráulicamente independientes.

► Tema de portada

Extracción de gas shale,
un acertijo sin resolver



La red para el monitoreo local (art. 20) con una densidad de un pozo cada 100 hectáreas es totalmente insuficiente para los fines de conservar y proteger el recurso, además de que la información que se pretende registrar sólo incluye fluctuaciones en el nivel estático y variaciones en la temperatura y conductividad eléctrica (art. 21). En caso de existir algún problema de contaminación que altere las condiciones nativas del agua por la presencia de cualquier tipo de sustancia, no podrá ser detectado hasta que sus efectos tengan algún tipo de consecuencia.

Ya que las únicas características fisicoquímicas que se van a medir en la red de monitoreo son temperatura y conductividad eléctrica, la línea base a la que se refiere el art. 18 y que retoma el 22 debe sólo estar referida a estas dos características, ya que en el texto de este artículo se establece que “cuando los datos del monitoreo muestren cambios significativos con respecto a los parámetros correspondientes de la Línea Base del Agua que se puedan atribuir a la extracción de los hidrocarburos de los Yacimientos no Convencionales, los Regulados deberán sus-

pendar la operación de los pozos de extracción más cercanos a los pozos de monitoreo en que se identifiquen los cambios para investigar su origen.

“En caso de que se confirme que se trata de efectos negativos causados por extracción de hidrocarburos, los Regulados emprenderán las acciones pertinentes para remediarlos con oportunidad bajo sus propios procesos y en cumplimiento de las medidas correctivas que sean aplicables, con independencia de cualquier responsabilidad civil, administrativa o penal, exigible en términos de la legislación y los procedimientos que sean aplicables en cada caso.”

Lo anterior complica sustancialmente el objetivo de proteger y conservar los recursos nacionales, dado que serán los regulados los responsables de establecer los procesos que implementarán para remediar una posible contaminación de uno o varios acuíferos. Además, sólo se refiere a una contaminación térmica o por incremento en la salinidad, pues no se obliga a los regulados a realizar algún otro tipo de caracterización.

Es por demás preocupante lo señalado en el artículo 24: “Además de las medidas necesarias para aislar zonas potenciales de flujo, cuando el porcentaje de retorno del fluido sea menor del 15%, los Regulados deberán suspender la extracción de hidrocarburos mientras se definen las causas y el probable destino de la fracción que no retorna.”

Este porcentaje de pérdida de fluidos equivale a cientos de miles de metros cúbicos de agua inyectada cuyas características fisicoquímicas son sustancialmente diferentes a las del agua nativa de los acuíferos.

El artículo 25 pasa por alto que no existe un marco legal para la caracterización y remediación de acuíferos, al señalar que “los Regulados deberán proteger la calidad de las aguas nacionales durante el proceso de cierre y abandono de pozos de exploración y extracción de hidrocarburos de Yacimientos no Convencionales, de conformidad con las disposiciones aplicables”.

En conclusión, los lineamientos emitidos por la Conagua y sujetos a la opinión pública son inadecuados para preservar y proteger los recursos hídricos nacionales. Resulta necesario que las autoridades y los expertos del sector debatan a profundidad dichos lineamientos para lograr una respuesta eficiente y efectiva al desafío ◀

Rehabilitación integral
de la Planta de bombeo
de aguas residuales y
pluviales

Teléfono

(01 55)
5651 3677 * 5680 1690
5651 2362 * 5660 1473
5593 9178 * 5593 9178
5593 3605 * 5680 7971

Web

Web:
www.nabohi.mx
Email:
contacto@nabohi.com.mx

Dirección

Prof. San Antonio # 416,
Col. San Pedro de los Pinos
Ciudad de México, C.P. 01180



NABOHI®

EQUIPOS SUMERGIBLES

NICOLÁS SAN JUAN

PLANTA DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS



Con la terminación de este proyecto, está garantizado el desalojo y reducción de problemas de encharcamientos en los periodos de lluvia en las colonias de la delegación Benito Juárez.

@ contacto@nabohi.com.mx

f NabohiInternacional

t @NABOHI_INTL

▶ nabohiTV





Ante un escenario adverso, acciones concertadas

En la mayoría de los municipios del estado de Guerrero y del país no se cuenta con recursos económicos para la operación, principalmente el pago de la energía eléctrica. En cada uno de los procesos de producción de los ámbitos agrícola, pecuario, industrial y de servicios deberán establecerse medidas encaminadas al uso óptimo del agua, su saneamiento y reutilización, así como al cuidado de la flora y fauna durante su explotación. Esto permitirá un equilibrio sustentable en cada cuenca.

Entrevista a **ARTURO JESÚS PALMA CARRO**. Director general de la Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Estado de Guerrero.

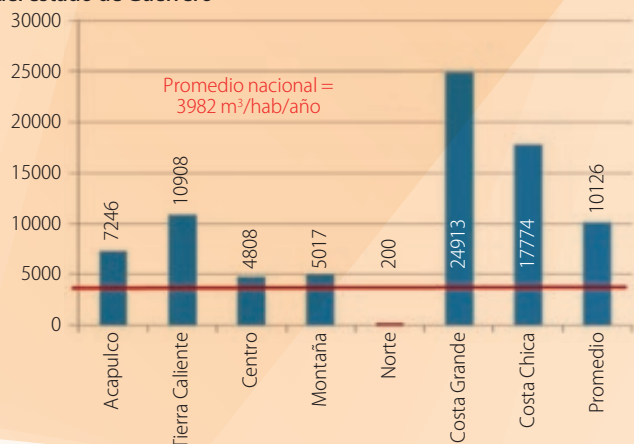
¿A qué atribuye que el estado de Guerrero esté en los últimos lugares en materia de servicio de agua potable y alcantarillado en el país?

El rezago en la cobertura de estos servicios se debe principalmente a dos elementos: los recursos han sido aplicados sin considerar su resultado global, en el sentido de que no ha existido una estrategia encaminada al incremento de la cobertura, sino que sólo se ha enfocado en mejorar los servicios que ya se están prestando y la rehabilitación recurrente por la falta de compromiso de los municipios para el cobro, mantenimiento y operación de los sistemas de agua potable. El otro factor relevante engloba el crecimiento poblacional y la disponibilidad de

agua. En México, la disponibilidad media en 1950 era de 18,035 metros cúbicos por habitante al año; en 2014 pasó a 3,736, y para el año 2030 se espera que sea de 3,523 metros cúbicos.

De las siete regiones que conforman el estado de Guerrero, la Norte tiene una disponibilidad de 200 metros cúbicos por habitante al año, y las otras seis, un promedio de 10,126. Aun estando por arriba de la media, las condiciones topográficas del estado hacen realmente complicada la disponibilidad del agua; es por ello que una falta de estrategia para la aplicación de los recursos en años anteriores y la disponibilidad real del agua han limitado el incremento de la cobertura. Esto se pone de manifiesto

Gráfica 1. Disponibilidad de agua por habitante en las regiones del estado de Guerrero



con los datos reportados por la Conagua y el Inegi: al inicio del año 2010, en particular en el rubro de agua potable se presentaba una diferencia verdaderamente abismal: no sólo éramos el último lugar, sino que la diferencia con el penúltimo era de ocho puntos porcentuales. Lo anterior habla de una falta de estrategia y de gestión en el sector, puesto que de 2000 a 2010 sólo crecimos 1.1% en cobertura, al pasar de 60.9 a 62 por ciento.

¿Cómo enfrentan este problema las autoridades y la población?

De manera coordinada, el gobierno federal a través de la Conagua y el gobierno de Guerrero han implementado una cruzada para abatir el rezago en el servicio de agua potable; una de las políticas públicas prioritarias ha sido el incremento de las coberturas de agua potable y drenaje sanitario, lo cual ha permitido que durante la presente administración federal y lo que ha transcurrido de la estatal se hayan obtenido grandes resultados, como

pasar de 69.8% en 2010 a 80.7% en 2015; esto significa una evolución sustancial de la cobertura, al grado de ser la entidad federativa con mayor crecimiento (cerca de 11 puntos porcentuales).

La aplicación de recursos se ha vuelto la parte más importante, ya que al ser escasos se debe hacer una selección estratégica de las localidades a beneficiar; para ello existe el Plan Hídrico Estatal con proyección al año 2040, en el cual se tienen consideradas las localidades que deberán ser atendidas cada año en función de su grado de marginación (cobertura de 0 a 20%, principalmente) y número de habitantes, y esto nos permite determinar el mayor impacto positivo posible.

Cada estado y municipio presenta necesidades de diferente índole; en algunos, el incremento de sus eficiencias física y comercial es el mayor reto; otros están preocupados por los estragos del cambio climático, que afecta las fuentes de abastecimiento y por ende a las grandes obras hidráulicas, como presas y acueductos, para poder garantizar el abasto de agua cada vez más costoso y complejo socialmente y que está llevando a buscar el líquido a distancias inimaginables o profundidades jamás pensadas. Todo esto nos mueve a meditar que debemos tener estrategias locales y regionales que permitan el uso sustentable del agua al incrementar las coberturas y sostenerlas.

Con la instauración del Plan Hídrico Estatal aspiramos a llegar en el año 2021 a una cobertura de agua potable de 90%. Esto dependerá en gran medida de los recursos que se asignen a este sector, por lo que se seleccionan estra-

Tabla 1. Evolución de las coberturas de agua potable y alcantarillado 2010-2016

Programa	Inegi 2010		Situación del subsector agua potable, drenaje y saneamiento				Evolución 2015-2016
	Agua	Alcantarillado	Edición 2015		Edición 2016		
			Agua	Alcantarillado	Agua	Alcantarillado	Agua
Chiapas	77.29	81.00	78.70	81.10	82.70	84.40	4.0
Guerrero	69.83	74.05	76.10	80.10	80.70	77.10	4.6
Oaxaca	76.07	69.20	80.90	74.60	82.50	71.80	1.6
San Luis Potosí	85.50	79.70	88.30	82.50	87.50	85.20	-0.8
Veracruz	80.26	82.56	84.10	85.40	84.00	84.30	-0.1

Fuente: Gerencia de Programas Federales de Agua Potable y Saneamiento, SGAPDS-Conagua.

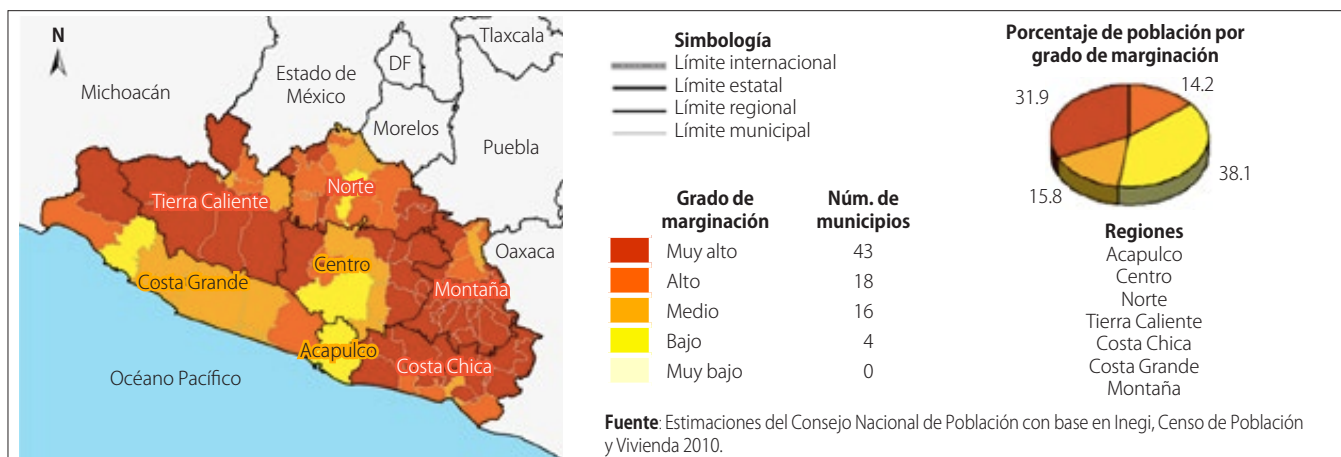


Figura 1. Guerrero. Mapa de marginación por municipio, 2010.

tégicamente aquellas localidades donde el incremento de cobertura causaría un mayor impacto.

¿Cuáles son las implicaciones del actual nivel de servicio en la salud pública?

El agua siempre ha sido un factor determinante en la salud pública, de allí la importancia de contar con sistemas de abastecimiento, conducción, almacenamiento y distribución que hagan posible el acceso seguro de las personas al vital líquido; esto permitirá reducir los riesgos de adquirir enfermedades de origen hídrico.

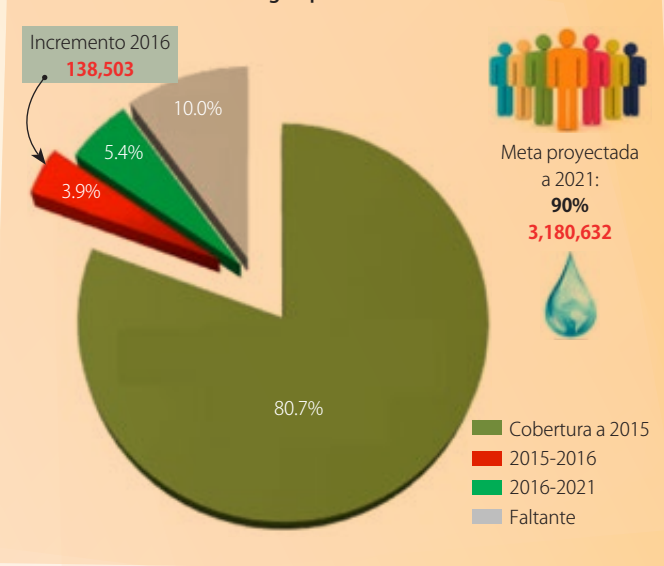
En el año 2004, la Organización Mundial de la Salud señalaba que en el mundo morían 1.8 millones de personas cada año debido a enfermedades diarreicas (incluido el cólera), y que 90% de esas personas son niños menores de cinco años, principalmente procedentes de países en desarrollo.

Se estima que un 88% de las enfermedades diarreicas son producto de un abastecimiento de agua insalubre y de un saneamiento y una higiene deficientes. La mejora del abastecimiento de agua reduce entre 6 y 21% la morbilidad por diarrea, si se contabilizan las consecuencias graves.

Una de las acciones que han permitido mitigar el desarrollo de enfermedades de origen hídrico es la aplicación de hipoclorito de calcio, especialmente en localidades rurales de los 81 municipios que componen la entidad federativa. En 2015 Guerrero presentó una cobertura de 92.3% en desinfección de agua suministrada.

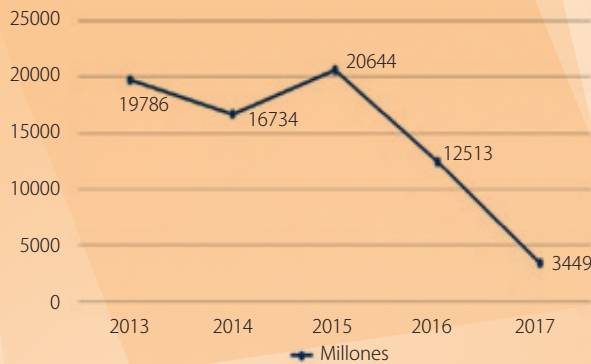
¿Qué se puede hacer para resolver la cobertura, en qué plazo y con qué tipo de recursos técnicos, económicos y de infraestructura?

Gráfica 2. Indicadores contemplados en el Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021 en materia de agua potable



La meta del gobierno estatal, siempre en coordinación con la Conagua, es que para el año 2021 Guerrero deje de tener el último lugar en materia de agua potable y esté situado en el lugar 24 de la clasificación nacional. Los recursos económicos requeridos para lograr esta meta son aproximadamente 700 millones de pesos anuales para crecer 1.1%; dicha inversión debe ser considerada como resultado de una combinación de recursos federales, estatales y municipales, lo cual es factible al existir leyes y normas que orientan el desarrollo de la infraestructura hacia este sector y a la población con carencias de este servicio.

Gráfica 3. Inversiones federales 2013-2016 para los subsidios de agua de los estados



Los recursos destinados al sector a través de la Conagua hasta 2016 reflejaban en promedio un crecimiento, y ello permitía a cada estado, al cierre de la administración federal, programar metas superiores a las ajustadas. Como resultado del recorte, el presupuesto de 2017 cayó 73% en relación con el de 2016, y esto repercutió negativamente en las coberturas y la sostenibilidad de las metas.

El estado tenía proyectado alcanzar 90% en su cobertura, pero por esta reducción y estimando que en el año 2018 imperen las condiciones actuales, la cobertura se alcanzaría tres años después de lo previsto, en 2021, que para este caso representa un atraso considerable. Sólo en cuanto a coberturas y en lo referente a la sostenibilidad de los servicios estaríamos en riesgo de un decremento; podrían citarse los grandes proyectos y obras hidráulicas en proceso cuya conclusión o arranque se postergaría. La situación nos obliga a ser más eficientes en la aplicación de los recursos y gestionar con intensidad su asignación, para poder cumplir con el derecho constitucional de acceso al agua en cantidad y calidad suficientes.

En lo que se refiere a infraestructura en las zonas urbanas, hoy en día tenemos las fuentes de abastecimiento seguras; lo que falta es hacer llegar el agua a las zonas marginadas de éstas mediante la ampliación de redes de distribución y conducción.

Es importante destacar que para tener un crecimiento sostenido de la cobertura se requiere la participación comprometida de los usuarios, con acciones de buen uso y cuidado del agua, así como la cultura de pago por la prestación de estos servicios para el mantenimiento y operación de los sistemas de agua y drenaje. Sin la participación de la sociedad se retrasaría el desarrollo del sector, por lo

que se tienen consideradas acciones de cultura del agua encaminadas a ello.

¿Cuál es el impacto de los factores culturales, sociales y políticos en la gestión de los servicios que están a su cargo en Guerrero?

Son tres factores estrechamente ligados y que tienen repercusión directa en la gestión de cualquier servicio público, en especial en materia de agua y saneamiento. Por lo anterior, nos hemos dado a la tarea de capacitar y hablar con cada uno de los 81 presidentes municipales durante las tres administraciones estatales con las que me ha tocado colaborar. En general, muchas autoridades municipales solicitaban al gobierno del estado salones de fiestas, canchas de basquetbol, corrales de toros... Eso es lo que normalmente piden los presidentes de los municipios con menor crecimiento y mayor rezago en calidad de vida.

Lo que hemos estado haciendo es capacitar a estas personas, explicarles que en el país 93 de cada 100 habitantes cuenta con servicio de agua en su hogar, pero que en los municipios más rezagados lo reciben apenas 11 de cada 100; les planteamos las consecuencias negativas de la falta del servicio y las positivas de contar con él; les hablamos sobre la necesidad de que colaboren estableciendo como prioridad el servicio de agua y saneamiento, no sólo verbalmente; les llevamos el mapa de su municipio e identificamos en él los núcleos poblacionales y el nivel de cobertura.

Establecimos una estrategia para consolidar el convencimiento. Les planteamos que si solicitan una obra de rehabilitación por falta de mantenimiento, deben aportar 50% del recurso necesario, y la Conagua y el gobierno estatal ponen el otro 50%; si en cambio solicitan la rehabilitación de una obra que se concluyó hace pocos años, deben aportar el 60% de los recursos y la Conagua con el gobierno estatal ponen el resto. Por otra parte, si lo que solicitan es dar cobertura de agua a comunidades que apenas tienen de 20 a 50% de disponibilidad, la aportación del municipio será de 20%, mientras la de la Conagua y el gobierno estatal, de 80%. Finalmente, si la solicitud es para dar servicio a comunidades de mil habitantes o más con 0% de cobertura, la Conagua y el gobierno estatal cubren el 100% del costo de la obra.

Con esta estrategia, que incluye capacitación para que las autoridades municipales convenzan a los habitantes de establecer prioridades acordes con sus necesidades básicas, hemos logrado avanzar en la tarea de cobertura del servicio.

Nos interesa su visión del sector en el ámbito local, estatal y nacional.

En materia de agua potable estamos enfrentando cada vez mayores problemas para hallar fuentes de abastecimiento que garanticen la calidad y cantidad de agua para el suministro; es por ello que debemos establecer acciones de desarrollo sustentable, y esto significa explotar nuestros recursos naturales de manera racional y eficiente, seguir buenas prácticas en todos los sectores de producción, reciclamiento y reúso de insumos, en particular del agua. Los recursos económicos cada vez son más escasos e insuficientes para hacer frente al total de necesidades de la población; para atenderlas tendremos que recurrir a nuevas tecnologías que nos permitan hacer más eficiente la operación de los sistemas de agua y a un menor costo, como los sistemas de fotoceldas, mayormente en localidades rurales donde el ingreso económico de las familias es escaso. También optimizar el uso de agua para frenar la sobreexplotación de los mantos acuíferos, que se están agotando.

Asimismo, entre las estrategias estatales y nacionales es imprescindible sostener las coberturas mediante acciones que generen el mejoramiento en la eficiencia física, lo cual tiene que ver sobre todo con reducción de pérdidas por fugas, calidad del agua, eficiencia energética, eliminación del tandeo de agua por un suministro de 24 horas los siete días de la semana. Lo mismo con los organismos operadores, a los que hay que incentivar para que mejoren sus eficiencias física y comercial. Es por ello que los presupuestos de la federación, los estados y municipios deberán seguir destinándose en gran medida a este tipo de acciones.

Actualmente la capacidad instalada para el tratamiento de aguas residuales en el estado de Guerrero es de 75% respecto al caudal producido, pero el caudal tratado real

se calcula en 40%. Esta situación obedece a que en la mayoría de los municipios del estado y del país no se cuenta con recursos económicos para la operación de las plantas, principalmente el pago de la energía eléctrica. Ante ello se están implementando tecnologías alternativas de generación de energía, como las fotoceldas, para reducir los costos de operación sustancialmente. En Guerrero existen tres plantas de tratamiento de aguas residuales que funcionan con un sistema solar que ha permitido reducir los costos de energía hasta en 60%; es imprescindible seguir impulsando acciones de este tipo para la operación de los sistemas de saneamiento.

Por otro lado, el reúso de las aguas residuales debe hacerse desde el punto de vista de la sustentabilidad, pero también del económico. Se intercambian aguas de primer uso por las tratadas en aquellas actividades que por su naturaleza no requieren agua potable, como lo son el riego agrícola y de áreas verdes, el enfriamiento de equipos industriales y lagos artificiales, entre otros.

¿Qué papel desempeña el manejo integral de cuencas en la planeación y gestión adecuada?

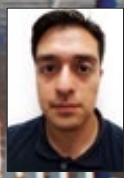
Uno de los 17 objetivos para el desarrollo sostenible de la agenda 2030 es “garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos”. En el manejo integral de las cuencas estamos enfrentando situaciones complejas; el mayor de los retos es la cantidad de agua disponible y su calidad, a lo que le sumamos el uso inadecuado. El agua necesaria para producir los bienes y servicios que demanda una población en constante crecimiento requiere acciones concertadas con los usuarios del vital líquido para garantizar su uso eficiente y adecuado, pero un manejo integral involucra todas las actividades productivas: agrícola, pecuaria, industrial y de servicios. En cada uno de los procesos de producción de esos ámbitos deberán establecerse medidas encaminadas al uso óptimo del agua, su saneamiento y reutilización, así como al cuidado de la flora y fauna durante su explotación. Esto permitirá un equilibrio sustentable en cada cuenca ◀

Entrevista de Daniel N. Moser



Sacmex

Retos de la gestión del **agua potable** en la CDMX



**JORGE ALEJANDRO SILVA RODRÍGUEZ
DE SAN MIGUEL**

Jefe del Departamento de Territorio y Ambiente del Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo, IPN.

La Ciudad de México es una de las más pobladas del mundo y una de las más complejas debido a su ubicación geográfica, a las dificultades que entraña su gobierno por las formas que impone el sistema federal y a los problemas para aplicar recursos financieros al abasto de agua potable a la gran urbe.

El objetivo de este trabajo es presentar tres retos principales que ocasionan problemas en el abastecimiento de agua potable a la Ciudad de México: geográficos, estructurales y demográficos.

Los resultados muestran que, a pesar de que se han hecho esfuerzos para mejorar dicha tarea, esto sólo se ha conseguido parcialmente porque existe una distribución inequitativa del recurso en una ciudad asentada en un islote abastecido mayormente por fuentes externas, además de que se tiene una red compleja de toma de

decisiones en la que intervienen dependencias federales, gobiernos estatales y autoridades locales. Asimismo, las condiciones ofrecen un panorama futuro poco alentador si no se toman medidas inmediatas para contrarrestar los problemas existentes.

Introducción

La Ciudad de México es sede de los poderes de la unión y capital de los Estados Unidos Mexicanos; se divide en 16 delegaciones, siendo los jefes delegacionales la máxima autoridad dentro de estos órganos (Estatuto de Gobierno del DF, 2014). Además, es la entidad financiera, política, económica y cultural del país (ProMéxico, 2015), la segunda entidad con mayor densidad demográfica de México, con casi 9 millones de habitantes y más de 2 millones de población flotante, y uno de los asentamientos más poblados en escala mundial (Hernández, 2017; Inegi, 2015; WPR, 2017).

Es importante destacar que la mayor parte de los servicios gubernamentales y el desarrollo industrial se han concentrado en esta ciudad, a pesar de que México es un Estado federal que delega funciones a las 32 entidades del país que cuentan con diversos órganos desconcentrados, de conformidad con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

En la ciudad existe un órgano desconcentrado de la administración pública, adscrito a la Secretaría del Medio Ambiente del gobierno de la Ciudad de México, que se encarga de gestionar el agua, desde la operación de la infraestructura hidráulica hasta la prestación del servicio público. Se trata del Sistema de Aguas de la Ciudad de México (Sacmex) (Ley de Aguas del DF, 2011). No obstante, este organismo tiene que coordinarse con dependencias federales, la Comisión Nacional del Agua (Conagua) principalmente, así como con gobiernos estatales colindantes y locales, como las delegaciones. Este proceso de gestión del recurso hídrico se torna muy complejo y agrava la dificultad para la prestación del servicio de agua potable a la ciudad.

En nuestro país, el derecho al agua está establecido en el artículo 4° constitucional (CPEUM, 2017); sin embargo, no es posible cumplir a cabalidad este precepto en la ciudad, debido a diversos retos de los que se realizará un análisis en seguida agrupándolos en geográficos, estructurales y económicos.

La superficie de la ciudad pasó de abarcar 80 km² en el decenio de 1940 a 7,954 km² sesenta años después. Esta expansión ha consumido, casi en su totalidad, los lagos originales y los acuíferos. Asimismo, la ciudad yace sobre una mezcla de suelo volcánico y lechos de barro de los lagos que se hunde de forma irregular y ocasiona fisuras peligrosas y daño a la infraestructura hidráulica.

Retos geográficos

La Ciudad de México se encuentra asentada en un islote, en un sitio que fue denominado Tenochtitlan en la época de los aztecas. Además, se localiza en una cuenca natural cerrada, por lo que se vuelve vulnerable a las inundaciones. Después de la Conquista, y debido al desconocimiento de los españoles sobre el asentamiento de la ciudad, se reemplazaron presas y canales por calles (Kimmelman, 2017; Rodríguez, 2008). Esto ocasionó un crecimiento no planeado que se extendió con rapidez.

La superficie de la ciudad pasó de abarcar 80 km² en el decenio de 1940 a 7,954 km² sesenta años después. Esta expansión ha consumido, casi en su totalidad, los lagos originales y los acuíferos. Asimismo, la ciudad yace sobre una mezcla de suelo volcánico y lechos de barro de los lagos que se hunde de forma irregular y ocasiona fisuras peligrosas y daño a la infraestructura hidráulica (Kimmelman, 2017).

Con tales antecedentes, se vuelve un gran reto suministrar un caudal promedio de 32 m³/s de agua a la Ciudad de México, 67% del cual proviene de fuentes subterráneas (55% del acuífero del Valle de México y 12% del valle del Lerma, en el Estado de México, a 70 km de la ciudad). El resto se obtiene de fuentes su-

perficiales: 3% de manantiales situados en la zona suroeste de la ciudad y 30% del sistema Cutzamala, ubicado en el Estado de México y Michoacán, a una distancia de 124 km de la ciudad (Transparencia DF, 2008).

No obstante, alrededor de 2% de los residentes de la Ciudad de México no disponen de agua en los grifos de sus hogares: se tiene una cobertura de 98% (Conagua, 2016). Hay quienes tienen que pagar el suministro a través de camiones cisterna o “pipas”, debido a que la red de agua presenta fallas en ciertas zonas, principalmente en la delegación Iztapalapa, la demarcación más marginada de la urbe y la que enfrenta mayores problemas en cuanto a abastecimiento del recurso. A diferencia de algunas zonas del poniente de la ciudad con mayor valor adquisitivo, que reciben más de 350 litros por persona, los habitantes de Iztapalapa reciben 200 litros por persona al día (GOCM, 2016; Kimmelman, 2017).

Retos estructurales

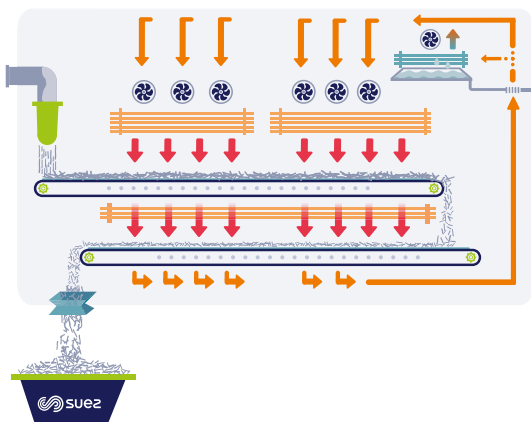
Por razones históricas y políticas, México es un país centralizado. A causa de esto, los servicios gubernamentales y el desarrollo industrial se han concentrado en la capital (Estatuto de Gobierno del DF, 2014; ProMéxico, 2015).



Su mejor solución a la disposición de lodos: el **secado térmico**

©SUEZ / Bernard Rivière

La tecnología STC de SUEZ contribuye al secado térmico de lodos y biomásas a baja temperatura.



La tecnología STC reduce hasta el 70% los lodos gracias a una tecnología altamente automatizada, que se adapta a las necesidades de los clientes y que utiliza la energía residual al máximo. Los lodos son fácilmente transportables y se pueden utilizar para fines agrícolas o como combustible alternativo en hornos. Es una tecnología totalmente segura y entra en el concepto de la economía circular, ya que reduce el impacto sobre el medio ambiente.

Paseo de la Reforma 284 Piso 18 Col. Juárez
C.P. 06600 Ciudad de México
Tel. +52 (55) 5080 3500
suez.com.mx / [@suezmex](#) / [SUEZ México](#)





La centralización impera en todos los niveles de gobierno de la Ciudad de México, por lo que su gestión se ve limitada en asuntos trascendentes como el agua en escala local, pues para la distribución de ésta se debe coordinar con un gran número de dependencias de los tres órdenes de gobierno y con las entidades del Valle de México que desde su circunscripción territorial envían parte del recurso a la ciudad.

En la reforma del artículo 115 constitucional, instaurada en 1997, se otorgó mayor autonomía a los municipios y se ampliaron sus funciones para poder brindar los servicios públicos de agua y alcantarillado. En la Ley de Aguas Nacionales, publicada en 2004, se establecieron nuevas reglas para interrelacionar de manera eficiente el uso del agua en México. Sin embargo, todavía se presentan dificultades en la gestión del recurso (Rodríguez, 2008).

La centralización impera en todos los niveles de gobierno de la Ciudad de México, por lo que su gestión se ve limitada en asuntos trascendentes como el agua en escala local (Cooper,

2012), pues para la distribución de ésta se debe coordinar con un gran número de dependencias de los tres órdenes de gobierno (CPEUM, 2017) y con las entidades del Valle de México que desde su circunscripción territorial envían parte del recurso a la ciudad.

Para un jefe delegacional resulta más sencillo buscar la instancia de decisión final, el titular de la Conagua, que someterse a una entidad desconcentrada de una descentralizada, donde únicamente se puede emitir una opinión, quizás sugerir e incluso discutir, pero no decidir (Rodríguez, 2008). Todo esto ocasiona que la toma de decisiones por parte de autoridades locales sea más lenta y no se logre tener un sistema de información eficiente.

Retos financieros

Actualmente el modelo del sistema de gestión del agua en la Ciudad de México se basa hasta cierto punto en la oferta, ya que se pronostica el crecimiento de la población y la evolución del desarrollo económico para estimar las demandas futuras de agua potable. No se considera el precio porque se supone que no afecta la demanda de agua. De esta forma, la demanda nunca se iguala a la oferta, puesto que los aumentos en la primera se cubren con la oferta de nuevos recursos disponibles. Por tal razón, no se fomenta el ahorro y se favorece el despilfarro del

recurso (GDF *et al.*, 2007), además de que las fugas en la red de agua potable representan 35% de pérdidas netas, de las cuales 5.5 m³/s encuentran su camino de regreso al acuífero y el resto se dirige al drenaje (Monroy, 2013).

Existe también otro tipo de problemas; uno evidente se encuentra en el cobro de tarifas que no cubren los costos de los procesos para el abastecimiento (GDF *et al.*, 2007). Asimismo, el otorgamiento de subsidios a la población de menores ingresos a través del no cobro o cobro mínimo por parte de los organismos operadores de agua potable y saneamiento –auspiciado por los gobernantes– se ha convertido en una perversión que influye contundentemente en las finanzas de éstos (Rodríguez, 2008).

Hoy en día, la forma de fijar las tarifas por los derechos de suministro de agua en la ciudad está establecida en el artículo 172 del Código Fiscal del DF (2015). No obstante, los diferentes organismos de agua de las delegaciones de la ciudad no se encargan de cobrar los derechos por el suministro de agua potable de forma directa, sino que utilizan concesionarias (Sacmex, 2014).

Además, el Sacmex carece de capacidad de gestión y autonomía presupuestaria: es un órgano desconcentrado de la Ciudad de México, cuenta con autonomía administrativa, pero no



posee personalidad jurídica ni patrimonio propios. Por otro lado, cuenta con el servicio de cuatro concesionarias que coadyuvan en la gestión comercial y en la instalación de infraestructura para ello, lo cual da pie a intereses económicos diferentes bajo una gestión mixta, al encarecimiento del precio en el servicio de abastecimiento del agua y a la falta de coordinación entre organismos públicos y privados (Campero, 2011).

Conclusiones

A pesar de que México es un Estado federal, gran parte de su economía y de las dependencias gubernamentales se concentran en la Ciudad de México. Aunado a ello, el incremento poblacional no está regulado y no se ha conseguido crear conciencia entre la población para el uso razonable del agua potable. Esto puede causar que en el futuro se incremente aun más la población y se ejerza una mayor presión sobre el sistema hídrico, no sólo de la ciudad sino del Valle de México en general.

Los tres retos presentados en este trabajo no son los únicos que existen, pero sí algunos de los más problemáticos para lograr el abastecimiento de agua potable en la ciudad ◀

Un problema evidente se encuentra en el cobro de tarifas que no cubren los costos de los procesos para el abastecimiento. Asimismo, el otorgamiento de subsidios a la población de menores ingresos a través del no cobro o cobro mínimo por parte de los organismos operadores de agua potable y saneamiento –auspiciado por los gobernantes– se ha convertido en una perversión que influye contundentemente en las finanzas de éstos.

Si desea obtener las referencias bibliográficas de este artículo, solicítelas a h2o@heliosmx.org

Operación y mantenimiento, el centro de los proyectos

Desde el inicio de la fase de diseño y construcción, una cuestión clave es decidir de qué manera serán operadas y mantenidas las infraestructuras durante varias décadas. El propósito de este artículo es presentar los principales factores que conducen a un proyecto exitoso, poniendo el acento en la fase de operación y mantenimiento, a menudo percibida como un servicio continuo “igual que siempre”.



ALEJANDRO BOZOVICH
SUEZ Infraestructuras de Tratamiento.



JEAN-PIERRE HANGOUËT
SUEZ Infraestructuras de Tratamiento.



Imagen | Proporcionada por los autores

a fase de diseño y construcción (DC) de los proyectos de infraestructura de agua es seguida de una fase de operación y mantenimiento (OM), cuya importancia es capital porque cubre completamente la vida esperada del patrimonio. Generalmente, el periodo OM implica costos operativos (OPEX, por sus siglas en inglés) que equivalen de una a tres veces el costo de la inversión (CAPEX, por sus siglas en inglés) en diseño y construcción. Entonces, los costos operativos y de capital deben evaluarse conjuntamente sobre toda la vida del proyecto, lo cual implica considerar el TOTEX (costos totales). Los proyectos necesitan, en efecto, englobar un perímetro OM completo, incluyendo todos los gastos (energía, reactivos químicos, mano de obra, gestión de desechos, planes de mantenimiento y de renovación, etc.) con objeto de evitar distorsiones potenciales cuando se comparan diferentes soluciones para un mismo proyecto. A efectos de manejar adecuadamente los TOTEX a lo largo de la vida del patrimonio, una buena práctica consiste en requerir a constructores y operadores la gestión de ambas fases, OM y DC. De este modo, las compañías que operan plantas que previamente han diseñado y construido están en mejor condición de establecer un proceso de mejora continua basado en un número significativo de instalaciones. Ello garantiza la creación de compromisos de largo plazo y el desarrollo de una relación de confianza con los clientes e inversores.

El sector del agua es bien conocido por ser altamente intensivo en capital. Cuando se planean nuevas inversiones, una preocupación principal es diseñar y construir instalaciones apropiadas que respondan a las demandas locales, así como instaurar los mecanismos de financiamiento asociados.

Desde el inicio de la fase de diseño y construcción, una cuestión clave es decidir de qué manera serán operadas y mantenidas las infraestructuras durante varias décadas. El propietario de los servicios públicos puede elegir entre diversas modalidades para asegurar esta fase de OM y alcanzar el más alto desempeño operativo al mejor costo posible y con el menor índice de riesgos.

Los proyectos que atraviesan un proceso de licitación abierto a la participación del sector privado pueden limitarse a la fase de DC, o bien incluir también un periodo de OM luego de la construcción. Este último puede tener una duración tan corta como un año de periodo de garantía, o tan larga como varios años, incluso décadas, dependiendo de las preferencias de las entidades de gestión del agua. Aquello que podría parecer a primera vista una elección equivalente, en realidad no lo es, en particular si se toma en consideración el ciclo de vida completo del proyecto, en lugar de tomar los componentes de construcción y operación separadamente. El propósito de este artículo es presentar los principales factores que conducen a un proyecto exitoso, poniendo el acento en la fase OM, a menudo percibida como un servicio continuo “igual que siempre”.

Tabla 1. Estrategias de implementación de la gestión patrimonial, Foro Económico Mundial (2013)

Aumentar utilización	1.1. Maximizar utilización de activos	Aumentar capacidad pico y producción efectiva	Implementar gestión de la demanda	Optimizar la disponibilidad/reducir las interrupciones
	1.2. Mejorar la calidad para usuarios	Adoptar un modo operativo orientado al cliente	Ampliar la experiencia del usuario de principio a fin	Usar tecnologías inteligentes para mejorar el desempeño
Disminuir costos	1.3. Reducir costos OM	Implementar procesos simples y automatizados	Optimizar los costos de compra y externalización	Reestructurar la gerencia y funciones de soporte
	1.4. Mitigar externalidades	Organizar planes HSE completos y sostenibles	Integrar sostenibilidad/HSE en la operación de rutina	Colaborar con partes interesadas apropiadas
Incrementar valor	1.5. Extender la vida del patrimonio	Invertir en mantenimiento preventivo y predictivo	Controlar uso excesivo y estrés de activos	Aumentar resiliencia ante desastres
	1.6. Reinvertir con visión ciclo de vida	Priorizar opciones de proyecto con ciclo de vida completo	Seleccionar modalidad contractual para extraer máximo valor	Preparar una ejecución eficiente del proyecto

Operación y mantenimiento no es un asunto “igual que siempre”

Para comenzar, es importante recordar los objetivos principales que los operadores de servicios de agua deben alcanzar. Estos mismos principios son aplicables asimismo al abastecimiento de agua potable de fuente subterránea, sistemas de acopio de aguas residuales o cualquier otra infraestructura. Los objetivos incluyen:

- Conformidad: estándares de calidad de agua, indicadores de desempeño definidos por el cliente, exigencias de reporte y comunicación, entre otros.
- Control de riesgos: salud y seguridad del personal, interrupción del servicio, polución de las fuentes de agua bruta, vertidos medioambientales, inundación, incendio, explosión, molestias (ruido, olores, impacto visual).
- Ahorros y rentabilidad: energía, reactivos químicos, mano de obra (horas normales de trabajo, personal de guardia pasiva), medios subcontratados, etcétera.
- Conservación de activos físicos: mantenimiento apropiado y renovación de equipos y obras civiles para asegurar una operación sostenible.

La operación y el mantenimiento de infraestructuras de agua deben responder también a las necesidades y exigencias del cliente. Desde una perspectiva de sostenibilidad, deben atender a las mejores prácticas en gestión del patrimonio. El Foro Económico Mundial resumió las tres estrategias de implementación que los operadores de las infraestructuras deben abarcar (véase tabla 1).

La estación depuradora de aguas residuales (EDAR) de 500,000 m³/día de Gabal El Asfar en El Cairo, Egipto, fue construida en 2005 a través de un proyecto de diseño, construcción y operación (DCO). Es un ejemplo en el cual los caudales afluentes han sido consistentemente superiores a la capacidad nominal de la planta y se han maximizado los volúmenes tratados. Esto requiere que la calidad de agua sea siempre adecuada, así como demostrar que se dispone de planes adecuados de mantenimiento y renovación, para evitar un impacto negativo en el estado de las instalaciones y su duración.

La extensión del ciclo de vida de la infraestructura sólo se justifica si los costos de operación son minimizados todo lo

posible desde la fase de diseño. De otro modo, el operador se verá penalizado en sus esfuerzos para gestionar su planta eficientemente.

Pensar TOTEX

Una porción significativa de los costos del proyecto a lo largo de todo su ciclo de vida se esconde bajo el costo de inversión inicial

Gráfica 1. Planta depuradora de Gabal El Asfar. Caudales afluentes vs. capacidad



Figura 1. Gabal El Asfar. Vista aérea.



MULTIESTUDIOS GRUPO ASOCIADO, S.A. DE C.V. (MEGA)

MEGA surge en 1990 con el firme propósito de tener una participación activa dentro de la ingeniería hidráulica. Con el paso del tiempo se ha consolidado y ha ampliado sus servicios a otras áreas de la ingeniería.

MEGA está constituida por un importante grupo multidisciplinario de profesionistas tanto internos como externos, con una gran experiencia en las diversas ramas de la ingeniería y su relación con el medio ambiente.

MEGA dedica sus esfuerzos al aprovechamiento óptimo de los recursos, así como a dar soluciones adecuadas y eficaces para los problemas que actualmente enfrentan las empresas de los sectores público y privado sin descuidar el medio ambiente y el beneficio de la sociedad mexicana.

Experiencia

MEGA ha realizado trabajos en los subsectores de agua potable, alcantarillado y saneamiento para la Comisión Nacional del Agua, gobiernos estatales y municipales, así como para los sectores privado y académico.

Ha participado en la ejecución de más de 200 estudios y proyectos en las especialidades de hidráulica y electromecánica, incluidas las ingenierías básicas.

- Diagnóstico integral y programas hídricos de diferentes regiones hidrológicas del país, entre ellas: Región II Sonora, Región VI Cuenca del Río Bravo, Región VII Cuencas Centrales del Norte, Región VIII Lerma Santiago-Pacífico y Región XII Península de Yucatán.
- Proyectos de abastecimiento de agua potable y estudios de apoyo a organismos operadores. Destacan anteproyectos y proyectos ejecutivos de diversos acueductos; programas para el servicio continuo de abastecimiento de agua potable y proyectos de sectorización en redes.
- Proyectos ejecutivos para el equipamiento de pozos y plantas de bombeo en diversos estados del país y delegaciones del Distrito Federal.
- Estudios y/o proyectos de alcantarillado sanitario y saneamiento, pluviales y/o hidrológicos, destacando diversos Planes Maestros de Drenaje Pluvial y el apoyo al Instituto de Ingeniería de la UNAM en la modelación hidráulica de la red de Drenaje del Valle de México.
- Estudios y proyectos de control de inundaciones y de rectificación de ríos.
- Peritaje en ingeniería hidráulica.
- Supervisión técnica y financiera, control de obra.



Ing. Héctor Francisco Fernández Esparza, Director General
hectorferes@yahoo.com
(55) 5536-3511, (55) 5687-4148, (55) 5536-2877, (55) 1107-6373
Insurgentes Sur 594-401, colonia Del Valle, CP 03100, Ciudad de México
megaproinfo@yahoo.com.mx

(CAPEX) definido desde la fase de diseño. Esta es una de las razones por las cuales la autoridad reguladora del sector agua en Inglaterra y Gales (Water Services Regulation Authority, Ofwat) ha introducido flexibilidad en sus procedimientos para gastar dinero donde más sea necesario. Anteriormente, las revisiones de precio se basaban en separar los gastos de las compañías de agua en dos presupuestos: las inversiones de largo plazo (CAPEX) y los gastos operativos (OPEX). Pero la última revisión de 2014 atribuyó a las compañías un monto total único, llamado TOTEX = CAPEX + OPEX (Ofwat, 2014). Esto significa que los resultados deben ser controlados globalmente buscando balancear a la vez los costos de capital y las estrategias operacionales durante la totalidad del ciclo de vida del proyecto, lo cual conduce a tener en cuenta de manera simultánea el desempeño operativo futuro, la innovación por medio de soluciones más eficientes y menos intensivas en capital y los mejores escenarios posibles para el mantenimiento y los planes de renovación, al tiempo que se minimizan los riesgos.

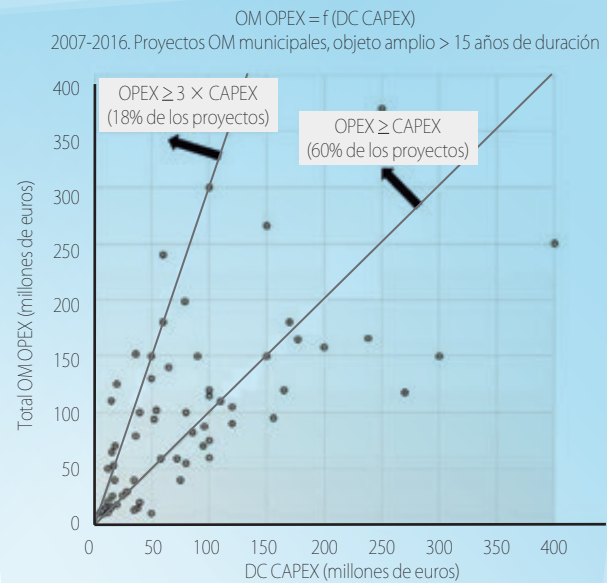
Un ejemplo de la manera en que se gastan los montos de los proyectos a lo largo del ciclo completo se ofrece a continuación.

El análisis fue efectuado sobre una muestra representativa de 365 proyectos DCO o COT (por construcción, operación y transferencia) de tratamiento de aguas municipales. Estos proyectos se sitúan en todos los continentes y conciernen al agua potable, las aguas residuales municipales, la reutilización de aguas residuales y el tratamiento de lodos.

En la gráfica 2 se muestra una amplia dispersión en el índice CAPEX/OPEX de estos proyectos, sin curva de tendencia característica. Esto se explica por el hecho de que los documentos de licitación incluyen condiciones y objetos altamente variables según las necesidades del cliente, lo cual hace que los proyectos sean difíciles de comparar. Estas especificaciones tienen que ver con la duración del contrato de OM, exclusiones del objeto de la licitación (consumos de energía que repercuten en el cliente pagados anteriormente por la empresa), exclusión de planes de renovación de equipos electromecánicos, instrumentación y obras civiles adicionales al mantenimiento de rutina, etcétera.

Sin embargo, si se consideran únicamente los proyectos de largo plazo y objetivos OM completos y éstos se presentan a través de una segunda gráfica (total de 68 proyectos restantes), los costos OPEX totales resultan al menos equivalentes a los

Gráfica 2. OPEX en función del CAPEX. Todos los proyectos



montos de CAPEX en el 60% de los proyectos. En 18% de los proyectos, el OPEX representa tres veces o más el valor del CAPEX.

Esto significa que los proyectos sólo pueden ser comparados, y el TOTEX asociado calculado, si se consideran modelos de contratación a largo plazo y que cubran un objeto contractual amplio. Si el cliente prefiriera lanzar un proyecto DC antes que uno DCO, entonces los pliegos licitatorios deberían requerir la presentación de una oferta DCO complementaria sobre un largo periodo de operación y mantenimiento (al menos 15 años). De este modo el cliente puede decidir aceptar o no la opción DCO. Ya que esta oferta implica el compromiso del oferente, el cliente se asegura de que todos los costos serán tenidos en cuenta, y evita a la vez la posible tentación de los oferentes de incurrir en omisiones o subestimaciones potenciales. Es así que tanto las ofertas DC como DCO de los distintos oferentes pueden ser evaluadas sobre una base común, y resultan comparables de manera consistente sobre la vida de las instalaciones.

Ventajas financieras de asociar concepción-construcción a OM

La decisión de externalizar conjuntamente la construcción y las operaciones de nuevas infraestructuras de agua durante periodos prolongados presenta numerosas ventajas.

Exhaustividad de los costos OM

A mayor duración de un contrato OM, menor posibilidad para el operador de dejar de lado cualquier aspecto de la operación,

incluyendo el mantenimiento y la renovación del patrimonio a lo largo del tiempo. Probablemente, las consecuencias de prácticas operativas inapropiadas no serán percibidas inmediatamente, pero con seguridad acabarán por comprometer las instalaciones o la calidad de los servicios provistos en el largo plazo.

Los proyectos OM como parte de un esquema DCO abarcador permiten al cliente transferir los riesgos principales del proyecto al constructor-operador, en especial los riesgos relativos a los costos. Los costos mensuales/anuales son garantizados por la entidad operadora; los costos totales comprendidos en el objeto de la licitación son completos y transparentes para el cliente, ya que éstos responden a los cálculos realizados por el oferente durante la fase licitatoria. Las garantías sobre los costos evitan al cliente todo exceso respecto de las previsiones iniciales, a la vez que aseguran el compromiso de la entidad operativa sobre el resultado global del proyecto.

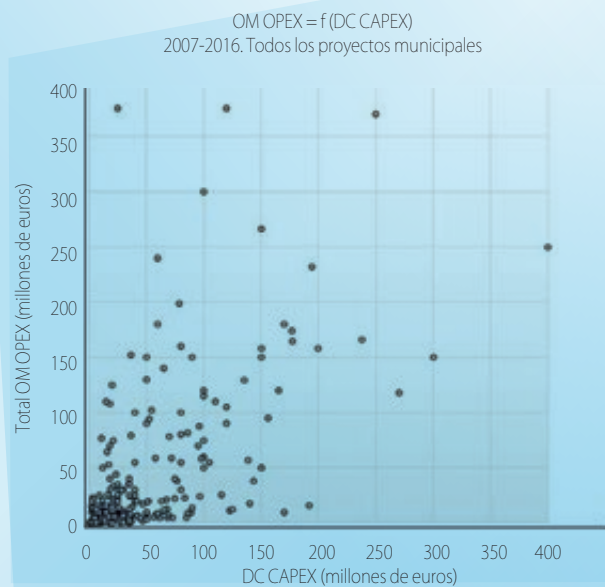
Además, gracias a los contratos prolongados, el operador es incitado a realizar inversiones que requieren periodos de retorno de inversión más largos. El cliente aprovecha las optimizaciones operativas adicionales, mientras que el operador asegura el financiamiento y el retorno de inversión. Esto representa un impulso a la innovación y un incentivo para introducir contratos basados en la mejora del desempeño.

Compromisos financieros

Luego del proceso licitatorio, las principales fases de un proyecto DCO incluyen el diseño, la construcción, la operación y el

A mayor duración de un contrato OM, menor posibilidad para el operador de dejar de lado cualquier aspecto de la operación, incluyendo el mantenimiento y la renovación del patrimonio a lo largo del tiempo. Probablemente, las consecuencias de prácticas operativas inapropiadas no serán percibidas inmediatamente, pero con seguridad acabarán por comprometer las instalaciones o la calidad de los servicios provistos en el largo plazo.

Gráfica 3. OPEX en función del CAPEX. Duración OM ≥ 15 años



mantenimiento, y la entrega final de las instalaciones al cliente o propietario. Desde una perspectiva financiera, los montos comprometidos y gastados no se reparten de manera homogénea durante estas cuatro fases. Según presenta Benjamin Blanchard (1978), 80% o más de los costos a lo largo del ciclo de vida de las infraestructuras se define durante las fases de planificación, diseño y construcción.

La mayoría de los costos se comprometen y están condicionados a la fase más temprana de diseño, mientras que la progresión de los gastos sólo será significativa durante la construcción y durante el periodo de OM, mucho más largo que el anterior. Ello explica por qué el perfil constructor-operador del oferente se transforma en una fortaleza, ya que evita las distorsiones que podrían surgir cada vez que estos dos componentes estrechamente ligados son analizados por separado, o confiados a diferentes partes interesadas con puntos de vista e intereses potencialmente opuestos.

Financiamiento de los proyectos

Una compañía de agua capaz de proveer una solución DCO completa en lugar del diseño y construcción o los servicios OM separadamente está orientada de manera más natural a encontrar el mejor compromiso posible sobre el ciclo de vida completo de construcción/operación del patrimonio. En este contexto, la entidad operativa puede también aportar recursos financieros, en particular a través del modelo de COT. Con este

esquema, los inversores ganan confianza, ya que los proyectos COT implican una colaboración público-privada en la cual el marco legal y contractual debe satisfacer al cliente y a todas las partes interesadas, entidades financieras y patrocinadores.

Más allá de la ventaja financiera de asociar el diseño y la construcción con la operación y el mantenimiento, la integración de un operador calificado trae beneficios adicionales significativos.

¿Quién está mejor posicionado para asumir responsabilidades de OM?

Un operador calificado debe demostrar varias competencias relacionadas con políticas organizacionales de largo plazo, entre las cuales pueden citarse:

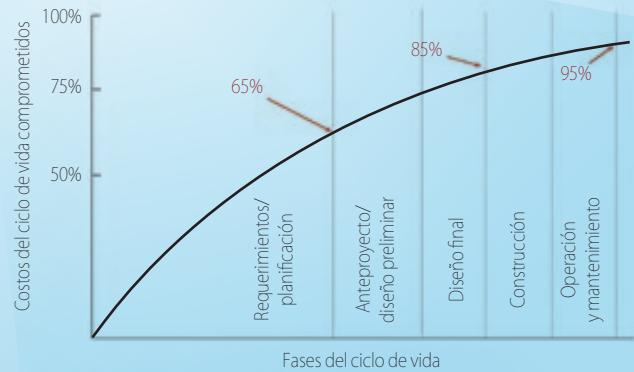
- Retorno de experiencia. La experiencia del operador debe ser capitalizada a través de un enfoque estructurado.
- Innovación. Permite a las compañías del agua aprovechar nuevas tecnologías, implementar iniciativas de ruptura y probar las tecnologías más prometedoras.
- Evaluación comparativa (*benchmarking*). El cálculo, análisis y comparación de indicadores comunes de desempeño entre los distintos sitios operativos permite un ejercicio objetivo de evaluación comparativa.
- Personal calificado. Cuando las actividades de una compañía operadora experimentada son suficientemente amplias, el personal local no necesita desarrollar su propio conocimiento en todos los aspectos operacionales, ya que forma parte de una comunidad de práctica dinámica, en el seno de la cual el saber compartido es capitalizado.

Conclusión

El periodo de operación y mantenimiento tiene un papel sustancial en el éxito de un proyecto de agua. La aplicación simultánea de los tres principios recomendados por el Foro Económico Mundial (aumentar la utilización de la infraestructura, reducir el costo total de la infraestructura e incrementar el valor de las infraestructuras a lo largo de su vida) no es un objetivo simple, puesto que requiere equilibrar costos, mejoras de desempeño y riesgos.

Para alcanzar este objetivo, es necesario seguir el enfoque TOTEX combinando CAPEX y OPEX total a lo largo del ciclo de

Gráfica 4. Costos comprometidos durante las fases del ciclo de vida del proyecto



vida de la infraestructura. En caso de que el propietario de las instalaciones no optara por un contrato DCO único integrando la construcción y la operación, se recomienda pedir a los oferentes la presentación de una oferta DCO que cubra un periodo de al menos 20 años, junto con la oferta DC. El cliente decide libremente aceptar la opción DCO o tomar la oferta de proyecto DC únicamente. Esto genera el compromiso de los oferentes, quienes deben tomar en cuenta todos los costos sobre toda la duración de las operaciones. De este modo, las distintas ofertas son comparables y se evitan las distorsiones creadas cuando el objeto de la licitación se limita a la ingeniería y la construcción, en las cuales las ofertas con menor CAPEX pueden conducir a serios problemas operacionales y de sostenibilidad de la gestión del patrimonio a lo largo de los años.

Las compañías que se encuentran mejor posicionadas para asegurar que estos principios son tenidos en cuenta son aquellas a las que se adjudican contratos de largo plazo que abarcan la construcción y la operación, y aportan financiamiento cuando se requiere. Esta configuración ganador-ganador crea valor y permite al contratista asegurar la conformidad, el control de riesgos, la gestión de los costos y la preservación del patrimonio en un marco contractual sostenible para todas las partes interesadas ◀

Referencias

Blanchard, Benjamin S. (1978). *Design and manage to life cycle cost*. Dilithium Press.
The Water Services Regulation Authority, Ofwat (2014). *Setting price controls for 2015-20 - Overview*. Londres.

Esta es una versión resumida del trabajo original. Si desea consultar la versión completa, solicítela a h2o@heliosmx.org

Personas con acceso al agua potable

96

MILLONES



3,338

plantas de tratamiento de agua usada gestionadas

4,455

plantas de producción de agua potable gestionadas

59.6

MILLONES

habitantes conectados a la red de saneamiento

Presencia de nuestro negocio de AGUA en:

- Aguascalientes
- CDMX
- Querétaro
- San Luis Potosí

EL AGUA

UN RECURSO NATURAL RENOVABLE

PERO LIMITADO

CUIDARLA ES NUESTRA MISIÓN Y COMPROMISO DIARIO

En **Veolia**, somos especialistas en el tratamiento y seguimiento de la calidad del agua en todas las etapas de su ciclo, desde la extracción de su entorno natural hasta su devolución al medio. Día a día innovamos para reducir el consumo del agua y favorecer su reciclaje tanto en el uso industrial como en las ciudades.

Garantizamos una operación profesional de toda la cadena de gestión de los servicios de agua y saneamiento con los mejores estándares de tecnología, mediante esquemas de colaboración e innovación.

Conoce más de nosotros en www.veolia.com.mx y en nuestras redes sociales.

Veolia México

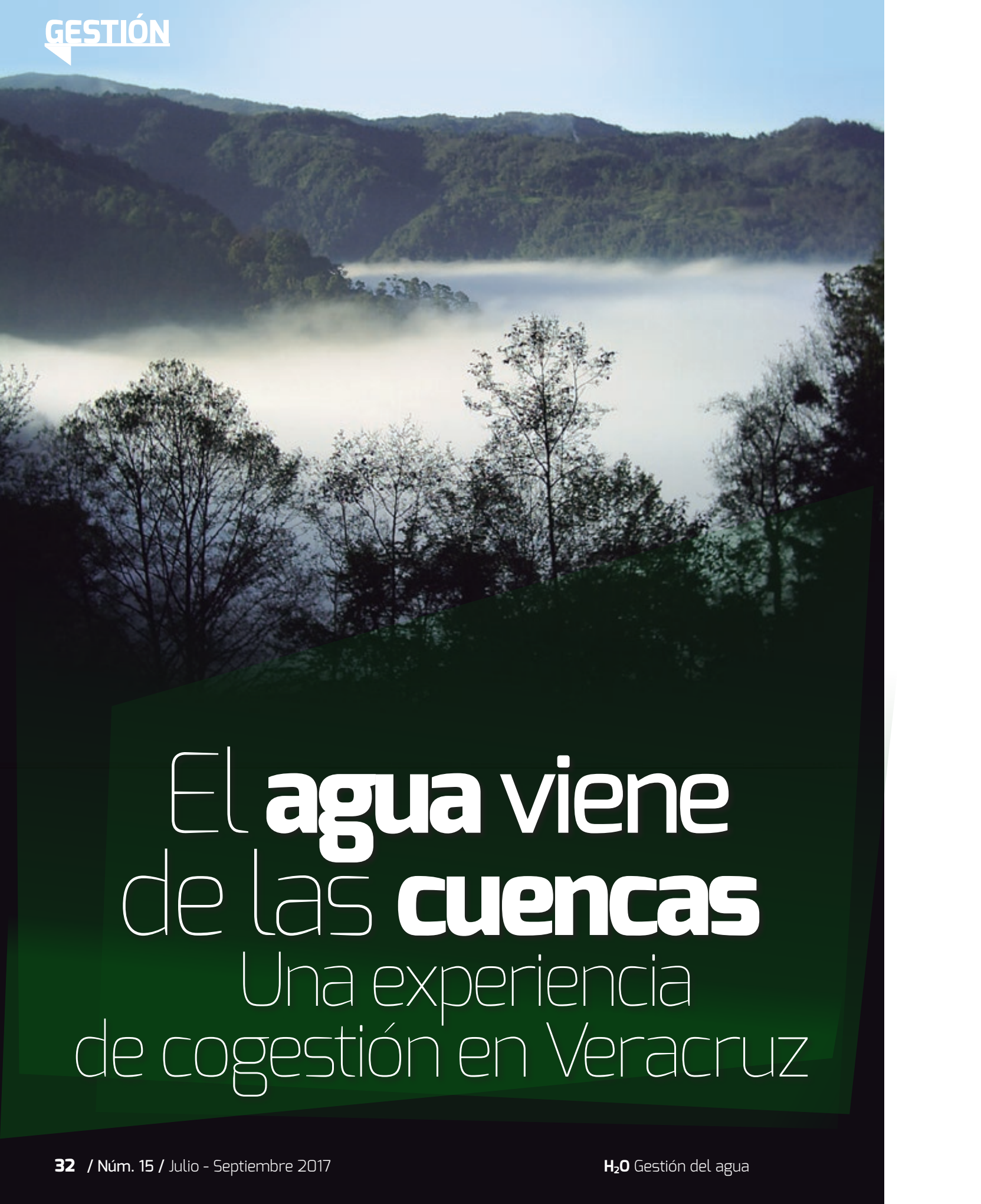
@Veolia_Mx

Veolia Mx

Veolia México

Renovando el mundo

VEOLIA



El agua viene de las cuencas

Una experiencia
de cogestión en Veracruz

En la búsqueda de instrumentos de gestión que faciliten la transversalidad de políticas sectoriales, diversos países han encontrado que el manejo integral de cuencas es un instrumento de planeación y de gestión adecuado. En las últimas décadas el manejo integrado de cuencas, la gestión integral de recursos hídricos y la gestión conjunta o compartida de cuencas se han ido sucediendo como nuevos conceptos para guiar las políticas públicas y definir los espacios más idóneos para la planeación ligada a recursos hídricos de uso estratégico, para diferentes grupos sociales del ámbito rural o urbano.



LUISA PARÉ OUELLET

Instituto de Investigaciones
Sociales, UNAM.

Hasta hace pocos años predominaba en México y otros lugares lo que llamamos una visión hidráulica de la gestión del agua, es decir, una visión que define la gestión básicamente como una cuestión tecnológica, como la captación, el entubamiento, la potabilización, la distribución, la comercialización, el alcantarillado y el desecho –en el mejor de los casos el saneamiento– del agua servida. A esto hay que agregar que las políticas públicas y sus presupuestos siguen la lógica de divisiones municipales que no coinciden con las cuencas hidrográficas. En otras palabras, el tema no sólo es traer agua a las ciudades sino ver que las condiciones de su captación se mantengan en el mediano y largo plazo. Además, hay que agregar que, si bien el agua viene de las cuencas, éstas son territorios habitados por familias campesinas, con sus propias prácticas de manejo. Esto significa que los beneficios que representa el agua para los usuarios urbanos deben ser compartidos con los habitantes de los territorios donde “se produce el agua”, si podemos decirlo así, o donde se capta.

La relación bosques-agua no ha estado presente de manera suficiente o clara en las mentes de los responsables del abasto de agua a las ciudades en la gestión de este bien común.

¿Qué retos representa posicionar esta relación en las diversas dimensiones que implica: técnicas, socioambientales, culturales, económicas y administrativas?

En la práctica, distintas instituciones actúan sobre un segmento del flujo, además de que una coordinación muy débil e inadecuada dificulta abordar correctamente una problemática tan compleja e impide planear estrategias desde una perspectiva integrada y de mediano y largo plazo. Por ejemplo, la Comisión Nacional Forestal (Conafor) atiende las cuestiones forestales, y la Conagua, las estrictamente hídricas, como las concesiones, por ejemplo. Y cuando a los sistemas operadores urbanos se les acaba el agua de una fuente, recurren a traerla de otras cada vez más lejanas, incluso mediante trasvases entre cuencas. Soluciones hidráulicas.

En la búsqueda de instrumentos de gestión que faciliten la transversalidad de políticas sectoriales, diversos países han encontrado que el manejo integral de cuencas es un instrumento de planeación y de gestión adecuado. En las últimas décadas el manejo integrado de cuencas, la gestión integral de recursos hídricos y la gestión conjunta o compartida de cuencas se han ido sucediendo como nuevos conceptos para guiar las políticas públicas y definir los espacios más idóneos para la planeación en cuencas o regiones ligadas a recursos hídricos de uso estratégico, para diferentes grupos sociales del ámbito rural o urbano. Sin embargo, es principalmente desde la sociedad civil –más que como política pública generalizada y vinculante– que se han ido construyendo importantes experiencias de gestión de cuenca.

A partir de 2003, la Conafor inició un programa de pago por servicios ambientales justamente con el fin de crear incentivos para que los campesinos no cambien el uso de suelo de forestal a agrícola y mantengan sus bosques, proveedores de importantes servicios ambientales a las ciudades como es la provisión de agua o la regulación del clima. El programa ofrece a los campesinos dueños de bosques un incentivo económico, una suma que ha ido variando entre 300 y 800 pesos anualmente. Una de las críticas al programa ha sido que este estímulo es demasiado bajo para ser competitivo con los beneficios económicos que recibiría el campesino si cambiara el uso del suelo de forestal a agropecuario. Otro es que tiene carácter de subsidio individual y por lo general no comunitario. Finalmente, el tipo de monitoreo con base en interpretación de imagen satelital y visitas aleatorias no necesariamente permite medir si realmente se está conservando ni la intención de seguir haciéndolo al suspenderse el subsidio (Figuroa *et al.*, 2016). Gracias a la participación de organizaciones de la sociedad civil, al acompañamiento del programa y a nuevas sinergias desarrolladas, en no pocas ocasiones se ha podido no sólo superar algunos de estos problemas, sino

también impulsar procesos de gestión territorial desde los ejidos y comunidades.

Queremos referirnos a una experiencia interesante desarrollada desde 2007 en la región de Xalapa, Veracruz, en una subcuenca del río La Antigua, la del río Pixquiatic, que es afluente del primero y abastece a la ciudad capital de Veracruz. Si bien el proyecto empezó con apoyos obtenidos en el marco de subsidios a la investigación UNAM-Conacyt, pasó a formar parte de la iniciativa nacional Cuencas y Ciudades, donde participan varias otras experiencias semejantes que son apoyadas por la Fundación Gonzalo Río Arronte a través del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza.

Una nueva relación ciudad-campo

Xalapa tiene dos fuentes de abastecimiento de agua: una tradicional (desde mediados del siglo XX) que procede de la parte alta de la subcuenca del río Pixquiatic, cerca de la base del volcán Cofre de Perote, con un aporte del 38%; la otra, habilitada en 1980, viene del estado de Puebla y aporta 60% del total de agua abastecida. En la primera fuente nunca hubo compensaciones

a los ejidos por la extracción de agua. En la segunda hay presiones constantes para beneficios sociales a cambio del agua, sin que medie un marco regulador o institucional (Paré, 2017).

Entre 2000 y 2002, en el gobierno del estado se empezaba a hablar de las fábricas de agua y del pago por servicios ambientales. Fue entonces cuando un grupo de ciudadanos y algunas asociaciones civiles (Pladeyra y Sendas), después de impedir que un libramiento pasara por el Bosque de Niebla, propuso al Ayuntamiento desarrollar un mecanismo de compensación por servicios ambientales en la subcuenca del río Pixquiatic.

Fue así como a partir de 2006 se diseñó e implementó una gestión compartida o cogestión de la cuenca. Después de realizar jornadas públicas sobre agua y bosques, y de convocar a los actores

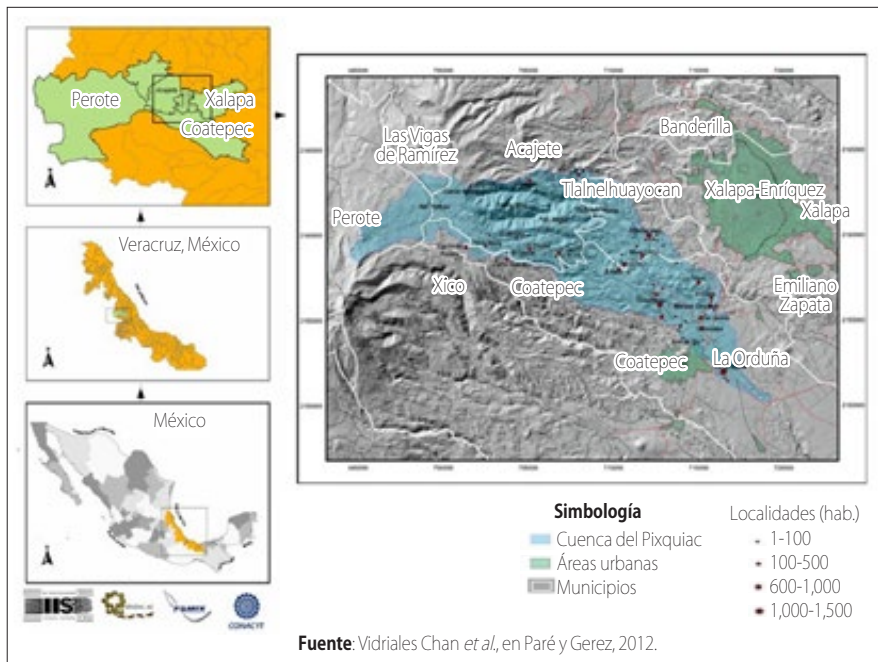


Figura 1. Subcuenca del río Pixquiatic.

sociales de la cuenca (2007) para realizar un primer diagnóstico participativo y una zonificación de problemáticas, se concretó con el Ayuntamiento el Prosapix o Programa de Compensación por Servicios Ambientales del Pixquiac, cuya función ha ido creciendo tanto en superficie y personas atendidas como en financiamiento y líneas de acción; hoy se llama ANA (Acuerdos por Nuestra Agua), y pretende ser un “instrumento para financiar las acciones necesarias para la gestión integral del territorio comprendido dentro de la subcuenca, teniendo al agua como eje articulador” (Fuentes, 2016).

Desde un inicio la premisa central ha sido que la conservación a largo plazo de los bosques, la biodiversidad y las fuentes de agua no se puede lograr si no se toma en cuenta el mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes de las áreas donde se generan dichos servicios ambientales. A diferencia del de la Conafor, se partió de la idea de que este programa debía incluir un mejoramiento tecnológico y económico de las actividades productivas de la zona (ganadería, aprovechamiento no regulado del bosque y milpa, principalmente) y no sólo inyectar recursos económicos para no tocar el bosque. Debía también existir una organización para negociar y dar seguimiento a estos acuerdos por el agua, sin repetir políticas de presión y chantaje como se hace en otras cuencas donde, por rezago social, falta de atención e incumplimiento de promesas que se hacen a cambio de llevarse el agua, los habitantes de esas regiones en permanente conflicto socioambiental cancelan el suministro del agua (Paré, 2017).

Entre 2000 y 2002, en el gobierno del estado de Veracruz se empezaba a hablar de las fábricas de agua y del pago por servicios ambientales. Fue entonces cuando un grupo de ciudadanos y algunas asociaciones civiles (Pladeyra y Sendas), después de impedir que un libramiento pasara por el Bosque de Niebla, propuso al Ayuntamiento desarrollar un mecanismo de compensación por servicios ambientales en la subcuenca del río Pixquiac.



Agüita Fría en el Bosque de Niebla, cuenca del río Pixquiac.

Así nace el Cocupix o Comité de Cuenca del Río Pixquiac, que agrupa actualmente a más de 200 ejidatarios de cuatro ejidos a lo largo de esta cuenca de unas 10 mil hectáreas situadas en fracciones de cinco municipios. En la mesa directiva de este comité participan autoridades ejidales o ex autoridades. La organización Sendas, A. C., es el asesor reconocido por el comité y el interlocutor en las negociaciones con tomadores de decisiones.

Con el tiempo se ha logrado una cada vez mayor articulación entre distintas instancias de gobierno –municipal, estatal y federal–, por un lado, y la sociedad civil y habitantes del campo por otro. En escala nacional, la Conafor ha abierto un programa especial, los Fondos Concurrentes, mediante el cual aporta una suma equiparable a lo que proporcionan organismos operadores de agua y fondos ambientales estatales. En este caso se tiene un fondo concurrente suscrito por la Comisión Municipal de Agua y Saneamiento de Xalapa, el Fondo Ambiental Veracruzano, el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza y la Conafor, además del Cocupix. En los primeros años dependía de la voluntad de la administración municipal en turno seguir o no con el programa, como si los árboles y sus dueños tuvieran ciclos trienales. Ahora, con la administración municipal actual se tiene un convenio firmado hasta 2020, lo que, en principio, obliga al siguiente gobierno municipal a seguir con el programa; éste no tiene un carácter obligatorio, y el individuo que no desee renovar su contrato cada cinco años puede no hacerlo. El monitoreo se hace a través de brigadas campesinas, por lo que no hay posibilidad de simulación –como la hay a menudo en diversos programas.



Cascada en El Zapotal, cuenca del río Pixquiac.

Los recursos gestionados por el Cocupix se invierten en cinco líneas de acción:

- Conservación de bosques. Se han incorporado 1,040 hectáreas que reciben un pago anual de 1,100 pesos por hectárea (Acuerdos por Nuestra Agua y Fondos Concurrentes).
- Reorientación productiva. Aprovechamiento forestal maderable (con base en plan de manejo) y transformación de la madera; sistemas silvopastoriles, ecoturismo campesino, manejo integral del traspaso, estabulación de borregos, chiqueros ecológicos.

La premisa central ha sido que la conservación a largo plazo de los bosques, la biodiversidad y las fuentes de agua no se puede lograr si no se toma en cuenta el mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes de las áreas donde se generan dichos servicios ambientales. Este programa debía incluir un mejoramiento tecnológico y económico de las actividades productivas de la zona.

- Biomercado. Comercialización de los productos y servicios resultantes de los proyectos. Con este fin se promueve la organización para la venta y la vinculación con redes y espacios regionales en los que se valora el consumo local bajo principios de comercio justo de productos libres de agrotóxicos.
- Ecotecnias para el espacio doméstico. Sanitarios secos, humedales para aguas grises, captación de agua de lluvia.
- Sensibilización y comunicación ambiental.

Estos trabajos se llevan a cabo en un marco de experimentación, de aprendizajes mutuos entre los campesinos y los técnicos y promotores; de preocupación por la formación en esos ámbitos, y de cambio en la mentalidad política clientelista y paternalista heredada de años de entrega de recursos sin plan, sin ton ni son, muchas veces de tipo asistencialista y con fines electorales.

Retos hacia el futuro

A través de una campaña informativa dirigida a la población urbana se busca transitar hacia un modelo en que los usuarios del agua accedan a realizar una aportación voluntaria para financiar

las actividades que se llevan a cabo en los suelos de conservación y de manejo agroecológico. Esto implica una labor de difusión importante para crear confianza en que el recurso sea manejado rindiendo cuentas y de manera transparente. Existen en otras partes del país experiencias exitosas en este sentido. En la ciudad de Saltillo, Coahuila, los ciudadanos apoyan obras de conservación y restauración en la sierra de Zapalinamé, donde se recargan los acuíferos de los que depende la ciudad.

El modelo para lograr una nueva relación ciudad-campo se está repitiendo en otra subcuenca de la cuenca alta del río La Antigua, en el municipio de Xico. De este modo, una iniciativa ciudadana busca influir en la política pública y puede ser reproducida en otras partes del estado y del país. Estas experiencias suelen enfrentarse no sólo a dificultades para disponer de manera constante de financiamiento y armonizar con otros programas y financiamientos, sino también a una visión distinta de cuenca, al obstáculo de crear una coherencia con los ordenamientos ecológicos territoriales de zonas urbanas o metropolitanas.

Desde el punto de vista organizacional, la gestión de cuenca es un enfoque útil para que las personas que habitan en una misma cuenca lleguen a percibir los impactos positivos y ne-



Impactos de las prácticas de gestión del territorio que comienzan cuenca arriba y se dirigen hacia abajo.

Actualmente se puede observar cómo la conciencia de gestión de cuenca es la que entra en juego cuando los territorios se ven amenazados por megaproyectos u otras propuestas con impactos negativos no sólo de tipo ambiental, sino de un modo de vida y una agricultura campesina. Un reto importante en estos proyectos impulsados con estímulos económicos es que exista una verdadera apropiación de los propósitos y que, en escala local, se incorpore a las reglas comunitarias, preexistentes o nuevas, para un buen gobierno del agua y de los bienes comunes en general.

gativos de las prácticas de gestión del territorio que comienzan cuenca arriba y se dirigen hacia abajo, en particular, prácticas ligadas a la contaminación del agua o a los deslizamientos de terreno provocados por la deforestación. Actualmente se puede observar cómo esta conciencia, vieja o nueva, es la que entra en juego cuando los territorios se ven amenazados por megaproyectos u otras propuestas con impactos negativos no sólo de tipo ambiental, sino de un modo de vida y una agricultura campesina. Un reto importante en estos proyectos impulsados con estímulos económicos es que exista una verdadera apropiación de los propósitos y que, en escala local, se incorpore a las reglas comunitarias, preexistentes o nuevas, para un buen gobierno del agua y de los bienes comunes en general.

Finalmente, siendo el agua un bien y un patrimonio común, esta conciencia debe ser compartida por sus usuarios urbanos, cuya responsabilidad no es sólo pagar un servicio de agua potable y alcantarillado sino velar por una gestión integral del recurso con sentido ético, democrático e incluyente del derecho de todos los que habitan el campo y la ciudad ◀

Referencias

Figueroa, F., Á. Caro-Borrero, D. Revollo-Fernández, L. Merino, L. Almeida-Leñero, L. Paré, D. Espinosa y M. Mazari-Hiriart (2016). "I like to conserve the forest but I also like the cash": Socioeconomic factors influencing the motivation to be engaged in the Mexican Payment for Environmental Services Program. *Journal of Forest Economics* 22: 36-51. Consultado el 5 de junio de 2017 en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfe.2015.11.002>

Fuentes, T. (2016). Acuerdos por nuestra Agua. "El Pixquiác es el corazón, hagámoslo fluir". *El Jarocho Cuántico* 67. *La Jornada Veracruz*. Xalapa.

Paré, L. (2017). La cogestión de cuenca: organización, integración territorial y prevención de conflictos. En: José Luis Martínez, Daniel Murillo y Luisa Paré. *Conflictos por el agua y alternativas en los territorios indígenas de México*: 285-308. Jiutepec: IMTA, CIESAS.

Paré, L., y P. Gerez (Eds.) (2012). *Al filo del agua: cogestión de la subcuenca del río Pixquiác*. México: INE, Juan Pablos Editores, UNAM, Sendas.

Imágenes proporcionadas por la autora.



www.dgcs.unam.mx

Comparación de **tarifas de agua** en **México** y el **mundo**

La escasez hídrica se ha vuelto un problema generalizado en todo el mundo, pero en la CDMX se ha agravado considerablemente en los últimos años. Considerando que el agua no es un recurso ilimitado, si no la cuidamos y bajamos nuestros consumos, y si no se establecen tarifas más adecuadas a los costos necesarios para mantener y mejorar el servicio e incrementar la infraestructura para atender la demanda creciente, no habrá agua que alcance, y las generaciones futuras estarán condenadas a una crisis permanente de falta de este recurso.



ERNESTO BLANCO SANDOVAL

Director ejecutivo de Servicios a Usuarios, Sacmex.

La importancia del agua en la vida humana debe permear las conciencias, ya que se requiere un gran esfuerzo para su producción y distribución con calidad, y ante su escasez se hace imprescindible visualizar su valía. Por ello es indispensable establecer tarifas específicas que atiendan las exigencias propias de cada región para resolver las necesidades de extracción, conducción y distribución, así como su tratamiento y descarga a la red de drenaje, para mantener y operar la infraestructura necesaria y –ante la creciente demanda– para hacer frente a las necesidades de nueva infraestructura. Y si bien se debe procurar que las tarifas por el servicio de agua sean asequibles a los ciudadanos, éstas también deben reflejar su valor y escasez, al tratarse de un recurso finito e insustituible.

Costo del agua

Para determinar el costo del agua, se tiene que hacer referencia a las inversiones necesarias para proveer el servicio. El costo directo del abasto de agua en cualquier sistema operador de México y el mundo tiene principalmente los siguientes componentes:

- Captura, almacenamiento y extracción del agua
- Transporte del agua hacia las áreas donde se demanda

- Tratamiento del agua para mejorar su calidad
- Entrega del agua a los usuarios
- Desecho del agua residual a través de sistemas adecuados
- Tratamiento de las aguas residuales

Lo anterior demandará inversiones fijas que permitan mantener a largo plazo la infraestructura y la calidad del líquido. Para el caso de aquellas ciudades con una demanda creciente del servicio, con sobreexplotación de los acuíferos y una infraestructura que ha rebasado su vida útil, como el caso de la Ciudad de México, deberán considerarse además costos mayores que permitan atender estas problemáticas.

¿Quién y cómo determina las tarifas de agua en el país?

Las tarifas de agua potable son fijadas de diferente manera en cada municipio, dependiendo de lo que establezca la legislación de cada entidad federativa; en algunas, las tarifas son aprobadas por el Congreso local, mientras que en otras las aprueba el órgano de gobierno o el consejo directivo del organismo operador de agua potable del municipio o localidad, o la comisión estatal de aguas.

Las tarifas, en principio, tienen como objetivo recuperar los costos en que incurre el prestador de servicios. Existe una norma mexicana sobre la evaluación de tarifas (NMX-AA-147-SCFI-2008), publicada en abril de 2009, que contiene una definición de dichos costos. El nivel tarifario, o pago debido, se expresa en una estructura tarifaria, la mayoría de las veces diferenciada por tipos de usuario (domésticos, comerciales e industriales, entre otros), así como por algún mecanismo de

► Administración

Comparación de tarifas de agua en México y el mundo

Tabla 1. Tarifas de clasificación popular y baja

(R) consumo (litros)		Tarifa clasificación popular		Subsidio clasificatorio popular
Límite inferior	Límite superior	Cuota mínima (pesos)	Cuota adicional por cada 1,000 l excedentes al límite inferior (pesos)	Cuota mínima (%)
0	15,000	38.95	0.00	91.3047
Mayor que 15,000	20,000	38.95	3.38	91.3047
Mayor que 20,000	30,000	55.83	5.35	90.6533
Mayor que 30,000	40,000	109.30	10.92	87.8009
Mayor que 40,000	50,000	218.47	15.93	81.7127
Mayor que 50,000	70,000	377.76	23.72	74.7027
Mayor que 70,000	90,000	852.31	30.08	61.6160
Mayor que 90,000	120,000	1,453.83	51.96	51.7412
Mayor que 120,000		3,012.46	81.81	34.3726

(R) consumo (litros)		Tarifa clasificación baja		Subsidio clasificatorio baja
Límite inferior	Límite superior	Cuota mínima (pesos)	Cuota adicional por cada 1,000 l excedentes al límite inferior (pesos)	Cuota mínima (%)
0	15,000	44.16	0.00	90.1435
Mayor que 15,000	20,000	44.16	7.53	90.1435
Mayor que 20,000	30,000	81.81	10.14	86.3044
Mayor que 30,000	40,000	183.18	14.37	79.5554
Mayor que 40,000	50,000	326.88	20.17	72.6381
Mayor que 50,000	70,000	528.50	25.50	64.6083
Mayor que 70,000	90,000	1,038.69	31.19	53.2220
Mayor que 90,000	120,000	1,662.50	51.96	44.8148
Mayor que 120,000		3,221.13	81.81	29.8268

redistribución de costos mediante subsidios cruzados, en que los usuarios marginados se ven afectados por tarifas menores que aquéllos considerados como no marginados. Las tarifas de agua generalmente comprenden:

- Cargos fijos, independientes del volumen empleado.
- Cargos variables por concepto de abastecimiento de agua, en función del volumen empleado.
- Cargos variables por concepto de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, generalmente aplicados como un porcentaje de los cargos por concepto de abastecimiento de agua (Conagua, 2011).

La Ciudad de México

En la capital del país, las tarifas de agua están establecidas en su Código Fiscal, por considerarse un pago de derechos al que están obligados todos los usuarios del servicio; por tanto, corresponde a la Asamblea Legislativa de la CDMX su determinación, y ello convierte a la tarifa en un esquema de naturaleza fiscal.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 172 del Código Fiscal de la Ciudad de México 2017, "están obligados al pago de los Derechos por el Suministro de Agua que provea la Ciudad de México los usuarios del servicio. El monto de dichos Derechos comprenderá las erogaciones necesarias para adquirir,

Tabla 2. Índice de desarrollo de los usuarios domésticos activos

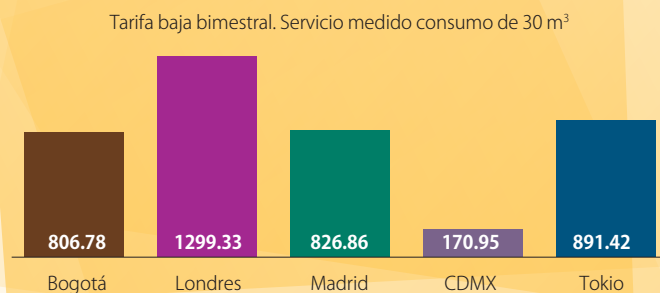
Índice de desarrollo	Usuarios	Porcentaje
Popular	625,108	33.53
Baja	780,211	41.85
Media	175,025	9.39
Alta	284,093	15.23
Total	1,864,437	100.00

Fuente: Dirección de Tecnologías de la Información del Sistema Comercial. Sacmex, 2017.

extraer, conducir y distribuir el líquido, así como su descarga a la red de drenaje y las que se realicen para mantener y operar la infraestructura necesaria para ello; se pagarán bimestralmente por toma de agua”.

Existen subsidios diferenciados; a través de ellos, se estableció aplicar a partir del año 2010 un índice de desarrollo por manzana (ID), es decir, se reconoce que en la población de la Ciudad de México existen diferentes condiciones socioeconómicas, y en la tarifa se refleja al clasificarse en cuatro estratos: popular, baja, media y alta, y tres tipos de usos: doméstico, mixto (doméstico y no doméstico, simultáneamente) y no doméstico. Para cada clasificación se aplican distintos subsidios, pero paga más quien más consume: en la medida en que aumenta el consumo de agua va disminuyendo el porcentaje de subsidio; incluso en consumos mayores a los 120 m³ se pierde el subsidio, sin importar el tipo de usuario de que se trate o el nivel socioeconómico al que pertenezca (véase tabla 1).

Gráfica 1. Comparación de tarifas de agua en grandes ciudades del mundo (pesos mexicanos de 2016)



Como se puede apreciar, en la tarifa popular con servicio medido en el límite superior de 15 m³ el subsidio es de 91%, que se traduce en 38 pesos por bimestre o 2.53 pesos por cada 1,000 litros; en el caso de la tarifa baja con ese mismo servicio y límite, el subsidio es de 90%, que se traduce en 44 pesos bimestralmente y equivale a 2.9 pesos por cada 1,000 litros.

El padrón al mes de julio de 2017 cuenta con 2,145,392 usuarios activos; de éstos, 86.90% son de tipo doméstico, es decir 1,864,437. El índice de desarrollo de los usuarios domésticos se puede observar en la tabla 2.

Más del 75% de los usuarios (1,405,319) domésticos de la Ciudad de México pagan 38.95 y 44.16 pesos en su tarifa de arranque en los primeros 15 metros cúbicos; en promedio, un pago bimestral de 60.65 y 91.95 pesos en la clasificación popular y baja respectivamente, que corresponde a 31 metros cúbicos.

Evidentemente, en la Ciudad de México esto representa un cobro sumamente bajo para los costos que requiere en materia hidráulica una de las urbes más pobladas y con uno de los sistemas de abastecimiento de agua más complejos del mundo.

Tarifas en el mundo

La creación de un Sistema de Cuotas y Tarifas que considere los distintos usos del agua debe promover el uso eficiente del recurso, racionalizar los patrones de consumo, desalentar las actividades que impliquen demandas excesivas y propiciar el uso de agua residual tratada en aquellas actividades donde no se requiera agua potable.

Se puede considerar que el financiamiento de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento se lleva a cabo mediante tarifas, transferencias e impuestos (denominadas 3T por las siglas en inglés de *tariffs, transfers and taxes*). No existe una definición uniformemente aplicada sobre los costos derivados de la prestación de los servicios, de lo cual se desprende que la relación entre tarifas y costos es también variable. En algunas regiones se pretende que las tarifas recuperen el costo total del servicio; en otras, se recuperan porcentajes variables del costo (Conagua, 2014).

En la gráfica 1 se representa una comparación de las tarifas en algunas de las ciudades más grandes del mundo en pesos mexicanos del año 2016.

caprari

pumping power



SOLUCIONES



RIEGO



**CONDUCCIÓN DE
AGUA POTABLE**



CIVIL



INDUSTRIA



**INDUSTRIAS
ESPECIALES**

PRODUCTOS

CAPTACIÓN Y
DISTRIBUCIÓN
DE AGUAS
PROFUNDAS

BOMBEO
Y DISTRIBUCIÓN
DE AGUAS
SUPERFICIALES

BOMBEO
Y TRATAMIENTO
DE AGUAS
RESIDUALES

CONTROL
Y
MONITOREO

www.caprari.com



® Distribuidor y Centro de Servicio Autorizado:
Bombas Centrifugas Alemanas, S.A. de C.V.
Km. 20 Autopista Querétaro-Celaya
Amexhe, Apaseo el Grande, Gto.
Tel: +52(442) 2942120 al 24
info@bocasa.com

www.bocasa.com



BOMBAS CENTRÍFUGAS ALEMANAS, S.A. DE C.V.

Auténtica Tecnología Alemana

Motores de 2 Polos:
En 6" de 4-50 HP
En 8" de 50-125 HP
En 10" de 100-300 HP
En 12" de 200-400 HP
Motores de 4 polos:
En 12" de 115-250 HP



Caudales
De 2 hasta 140 l/s

Líderes fabricantes de
bombas sumergibles
para pozo profundo.



Patrocinador
Oficial del
Circuito Hípico
Copa Querétaro

Búscanos y Siguenos



Km. 20 Autopista Querétaro-Celaya, Amexhe, Apaseo El Grande, Guanajuato
C.P. 38180. Tels: +52 (442) 294 21 20 al 24, +52 (442) 248 90 60, 248 90 54
248 90 58 y 248 90 53, Fax: +52 (442) 294 21 25 y 240 74 92.
info@bocasa.com

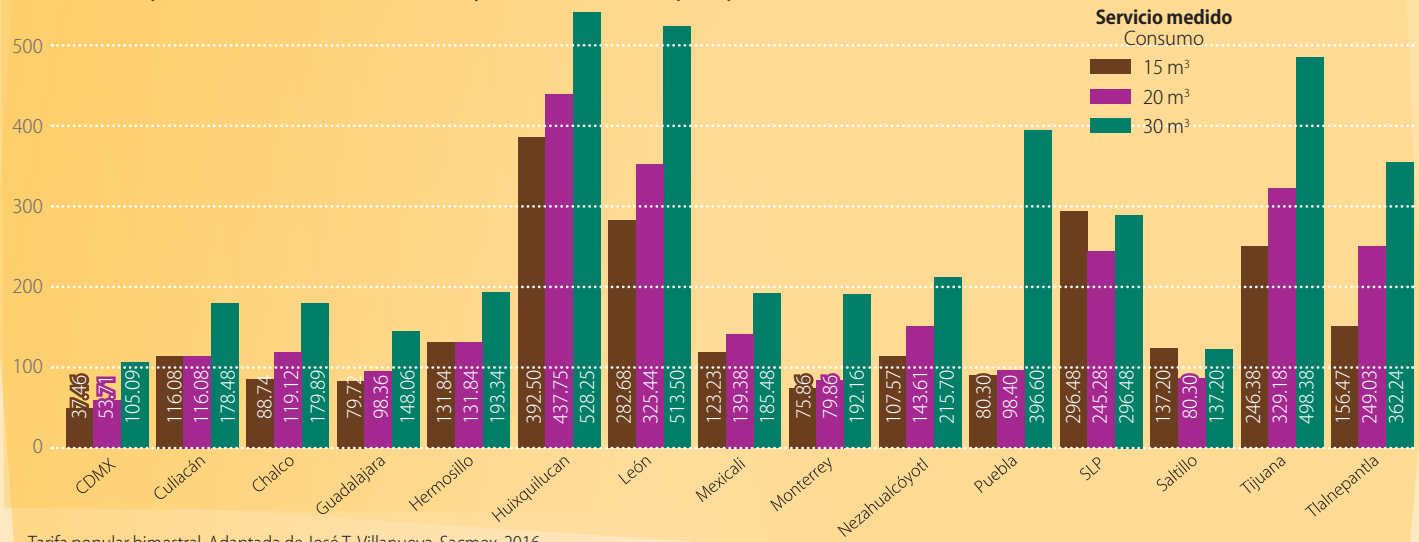
40 AÑOS DE EXPERIENCIA

www.bocasa.com

► Administración

Comparación de tarifas de agua en México y el mundo

Gráfica 2. Comparación de tarifas entre la CDMX y varias ciudades del país (pesos mexicanos)



Tarifa popular bimestral. Adaptada de José T. Villanueva. Sacmex, 2016.

La ciudad de Londres tiene un nivel de desarrollo superior al de la capital de nuestro país; tiene una población de 8.63 millones de habitantes, es decir, un poco menor que la CDMX, con una importante característica: su fuente principal de agua no requiere transporte, pues la ciudad está ubicada a orillas del río Támesis, que es el principal del país. Es éste un factor determinante en la reducción de costos en infraestructura de tuberías, bombeo y almacenamiento, y aun así tiene una tarifa siete veces mayor que la de la Ciudad de México.

La capital colombiana y la CDMX tienen un nivel de desarrollo muy similar. Bogotá tiene una población de 8 millones de habitantes y se halla a una altura superior a los 2,600 metros sobre el nivel del mar, es decir, 400 metros por encima de la

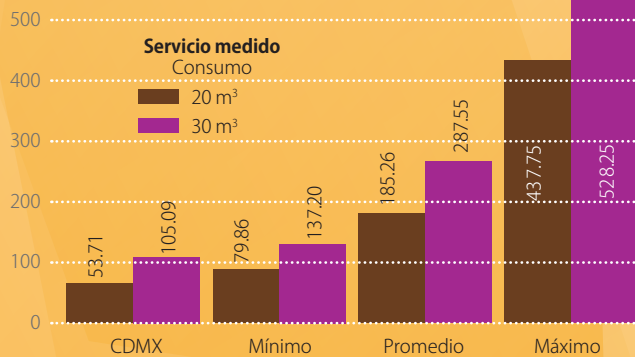
Ciudad de México; recibe su provisión de agua principalmente del Sistema Chingaza, que abastece a más del 70% de la ciudad y a 10 municipios vecinos. Desde la laguna Chingaza, ubicada a 3,400 metros de altura, el agua desciende 800 metros a la ciudad de Bogotá recorriendo más de 55 km de distancia, aproximadamente una tercera parte del recorrido del Sistema Cutzamala, pero con la muy importante diferencia de que el Sistema Chingaza funciona por gravedad y no por bombeo.

En suma, ambas ciudades tienen condiciones sociales muy similares; la diferencia radica en una importante ventaja operativa para el suministro de agua en Bogotá y con una tarifa casi cinco veces mayor a la de la capital mexicana.

Tokio es una ciudad ubicada en una bahía; es uno de los centros urbanos más importantes del planeta, con una población que supera los 13 millones de habitantes. Su fuente principal de agua es el río Sumida, el cual es bastante caudaloso y atraviesa la ciudad para desembocar en la bahía de Tokio. Esta resulta una ventaja de operación muy importante para el abastecimiento de agua a los habitantes de la ciudad, además de tener un consumo de agua diario por persona menor que el de la CDMX. Se debe destacar que, aunque Tokio no tiene problemas de abastecimiento de agua y su población la consume de manera más eficiente, la ciudad tiene una tarifa cinco veces superior a la de la Ciudad de México, que tiene una producción de agua mucho más compleja.

Volviendo a Europa, la red de abastecimiento de la región madrileña da servicio a 6.2 millones de habitantes y sus fuentes de abasto son siete ríos, presas de captación y en menor medida aguas subterráneas que son utilizadas sólo en temporada de

Gráfica 3. Comparación entre tarifas CDMX y el mínimo, promedio y máximo nacionales para 20 y 30 m³



Tarifa popular bimestral. Adaptada de José T. Villanueva. Sacmex, 2016.

estiaje para dar reposo y recargar el acuífero, a diferencia de la CDMX donde la explotación es ininterrumpida. El importante caudal del río Lozoya proporciona 73% de recursos hídricos a la región; cabe mencionar que, debido a su orografía, la ciudad de Madrid recibe un porcentaje de su agua por medio de estaciones de bombeo, y al igual que las ciudades antes mencionadas, su tarifa es casi cinco veces superior a la de la Ciudad de México.

Gráficas comparativas de México

En la gráfica 2 se presentan las comparaciones de las tarifas en escala nacional y los distintos consumos en el año 2016.

La gráfica claramente muestra la enorme diferencia de tarifas entre municipios con un nivel social y de desarrollo similar o inferior a diversas zonas de la Ciudad de México, como Nezahualcóyotl (cuya tarifa es 2.8 veces superior a la de la capital del país) y Chalco (2.3 veces más alta), siendo que delegaciones como Milpa Alta, Tláhuac e Iztapalapa tienen un nivel de desarrollo similar al de estos municipios. También está el municipio de Huixquilucan, donde se paga 10.5 veces más por el servicio de agua que en las delegaciones Miguel Hidalgo y Cuajimalpa, entidades vecinas y cuyo nivel socioeconómico es muy similar.

Conclusiones

Diversos legisladores y representantes de la política nacional y local manifiestan que un aumento en la tarifa de agua no repre-



Desde la laguna Chingaza el agua desciende 800 metros a la ciudad de Bogotá recorriendo más de 55 km de distancia, aproximadamente una tercera parte del recorrido del Sistema Cutzamala, pero con la muy importante diferencia de que el Sistema Chingaza funciona por gravedad y no por bombeo. Esa urbe y la CDMX tienen condiciones sociales muy similares; la diferencia radica en una importante ventaja operativa para el suministro de agua en Bogotá y con una tarifa casi cinco veces mayor a la de la capital mexicana.

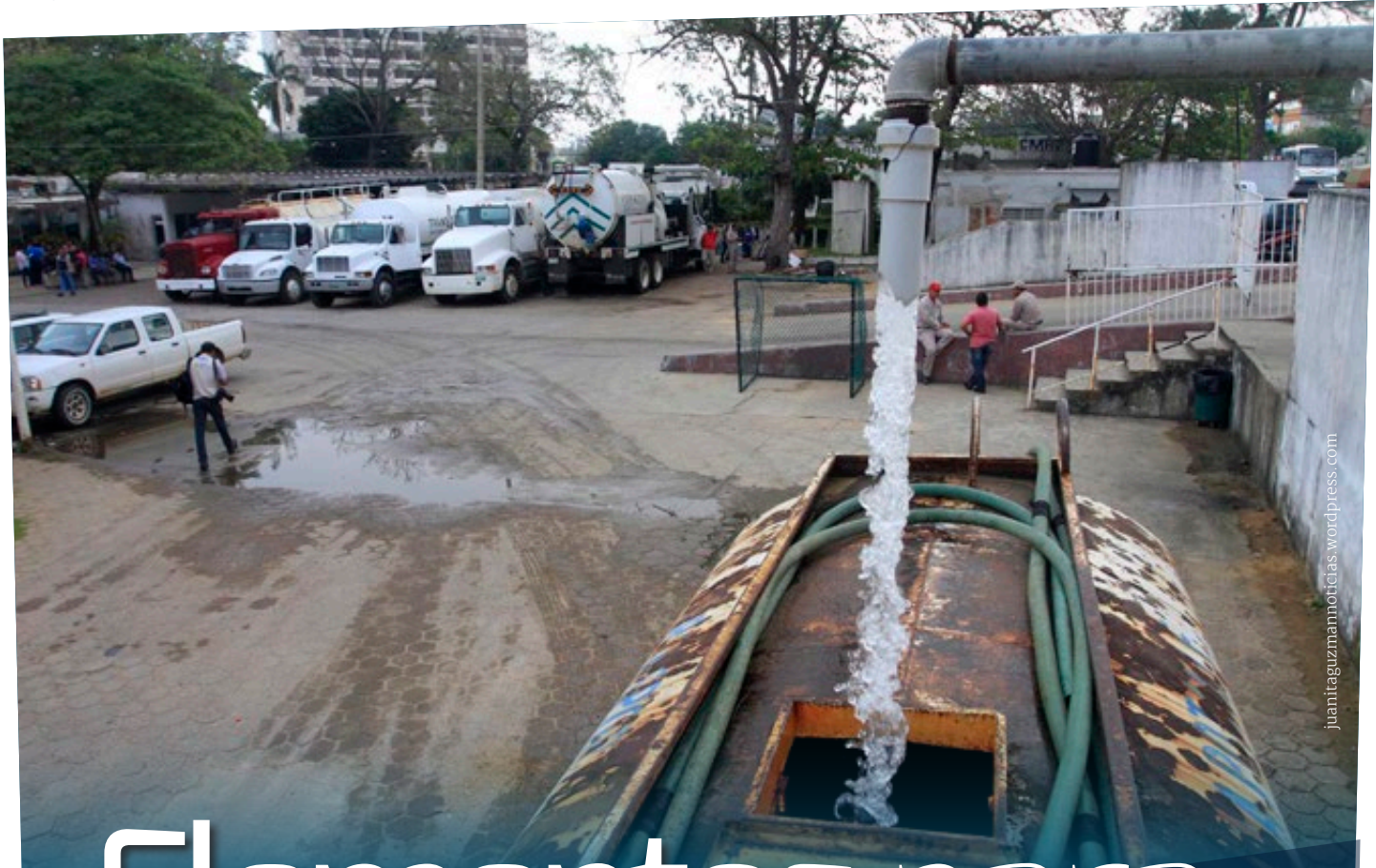
sentaría una importante mejora en las condiciones del servicio en la CDMX. Sin embargo, en las gráficas comparativas se aprecia claramente que las tarifas en la Ciudad de México son demasiado bajas al lado de las de otras ciudades del país y el mundo. Además de los altos subsidios, la dotación de servicios de agua y drenaje a la capital del país es cada vez más cara y compleja.

La Ciudad de México requiere un esquema tarifario más eficiente para poder cubrir los costos de mantenimiento de la infraestructura de agua potable y drenaje, que mide más de 27,424 km y cuenta con 25 plantas de tratamiento y reúso además de 92 plantas de bombeo de aguas residuales y pluviales, así como para la construcción de nueva infraestructura orientada a atender la demanda creciente del servicio.

Es necesario establecer una tarifa adecuada en la que persista un subsidio diferenciado, pero sólo para resolver la problemática de las clases más desprotegidas y que permita al gobierno allegarse los recursos necesarios con el fin de mantener y mejorar las condiciones de operación, y que conserve el esquema de tarifas ascendentes (que pague más agua el que más consuma). Es decir, debe establecerse un precio en el que se refleje el valor del agua y su escasez, para que los usuarios puedan controlar y disminuir su consumo ◀

Referencias

Comisión Nacional del Agua, Conagua (2011). *Estadísticas del Agua en México*. Conagua (2014). *Estadísticas del Agua en México*.



juanitaguizmanmochilas.wordpress.com

Elementos para entender el problema del agua

Conocer y entender la evolución de los procesos de gestión hídrica y la diferencia entre gobernanza y gobernabilidad es indispensable en el entorno actual del servicio público de agua. Como contribución a dicho entendimiento, aquí se presenta una reseña del libro *El agua en tiempos de incertidumbre. Una propuesta de análisis sobre conflictos hídricos en la metrópolis de México.*



FELIPE DE ALBA MURRIETA

Investigador del Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública.

La incertidumbre es un estado no fijo, que se mueve, que está en constante desplazamiento. El término es utilizado de forma distinta entre las diferentes disciplinas científicas, y aquí se manejan dos variantes del término con un uso común.

Por una parte, los filósofos –que casi se han apropiado del término– lo definen como un “no lugar”, es decir, aquello que no tiene o no puede ser identificado con un espacio físico único. Por otra, los tomadores de decisiones, con muchas técnicas y herramientas de análisis, utilizan el término para hablar de aquello que “no es manejable”, y el objetivo de su trabajo consiste básicamente en manejar o en hacer aceptable –para un gobierno, institución o actor– el grado de incertidumbre que se refleja o está presente en un escenario previsto.

Estas dos variantes se inscriben en una condición contemporánea marcada por la incertidumbre. Lo anterior no tiene que ver con una perspectiva ideológica del “desastre” social o económico (que siempre está vinculada a un análisis crítico del capitalismo). Tampoco tiene que ver con un “anuncio” sobre el deterioro futuro de una sociedad o un país.

La condición contemporánea a la que se hace referencia es la incertidumbre como posibilidad de aquello no conocido, no previsto pero que, con la anticipación debida, puede ser manejado. La incertidumbre es también la perspectiva analítica de cuestionar aquello que, en la lectura de los hechos, nos permite suponer “faltantes” de nuestro análisis. Es prever un futuro posible, deseado o no.

En *El agua en tiempos de incertidumbre*, el uso de este concepto permite elaborar un análisis no tradicional de lo que algunos autores llaman las crisis del agua en México; otros hablan del concepto de estrés hídrico, y otros más, simplemente de la precariedad del recurso.

El libro contiene un análisis de la problemática de la disponibilidad y administración del recurso hídrico, de los acuerdos y desacuerdos entre actores de diferente nivel (formales o informales), así como de la cooperación interinstitucional; es un análisis de las formas de “gobernar el conflicto hídrico” en tiempos de incertidumbre. ¿Qué significa todo ello?

Se aportan datos e información relevante para conocer de manera detallada el problema del agua y los conflictos por la

La gobernanza se entiende como el conjunto de orientaciones que sirven a las autoridades de la metrópolis para estructurar una relación con sus gobernados a través del manejo del agua. Esta noción se identifica con las orientaciones internacionales que tienden a la privatización del servicio y a la reducción de la presencia estatal para ceder el lugar –mediante diferentes modalidades– a la iniciativa privada, los empresarios (gobernanza mercantilista).

gestión del recurso en las zonas metropolitanas. Se propone una mirada multidisciplinaria que puede ayudar a reinterpretar conceptos clave tales como prácticas de ciudadanía, gobernar el conflicto, fragmentación política, crisis decisional, comunidades hídricas imaginadas e hidropolítica.

Los cuatro ámbitos de contestación social en los cuales se pueden observar y analizar los conceptos referidos son los siguientes: a) ámbito de precariedad del agua; b) ámbito donde abundan cuestionamientos por una gestión hídrica controvertida; c) ámbito de precariedad con presencia de movilización social; y d) ámbito de precariedad (problemas de abasto o de desborde de drenaje) que constituye territorialmente comunidades hídricas imaginadas.

Se desarrolla una “reflexión hídrica”, es decir, se pretende contribuir a un debate sobre las prácticas ciudadanas emergentes o “socionaturales”. El libro está compuesto por dos grandes secciones que se analizan enseguida.

La primera se titula “¿Cómo repensar los conflictos hídricos en la actualidad?”, y es una contribución al entendimiento de los problemas de gobernanza, de asuntos como gobernabilidad, conflicto, crisis decisionales e hidropolítica, para tratar de forma empírica, a partir de dichos conceptos clave, un objeto de estudio: cómo se gobierna la precariedad del líquido en la metrópolis de México.

La *gobernanza* se entiende como el conjunto de orientaciones que sirven a las autoridades de la metrópolis para estructurar una relación con sus gobernados a través del manejo del agua. Esta noción se identifica con las orientaciones internacionales que tienden a la privatización del servicio y a la reducción de la presencia estatal para ceder el lugar –mediante diferentes modalidades– a la iniciativa privada, los empresarios (gobernanza mercantilista).

► Administración

Elementos para
entender el problema
del agua



Así, la gobernanza se encuentra en todo aquello que tiene que ver con el gobierno y las acciones o estrategias que se utilizan para operar los servicios públicos, particularmente el de abasto, distribución y aprovisionamiento de agua potable. La idea de una conexión interinstitucional es un elemento necesario para poner de acuerdo a los diferentes niveles y tipos de gobiernos que operan en la metrópolis de México, entre otros.

Por tanto, la noción de *gobernanza* del agua sirve de pretexto en el libro para una discusión sobre la orientación del servicio público, y más concretamente para suponer que dicha orientación tiende a dar mayor espacio de acción a las empresas privadas.

Por lo contrario, el concepto de *governabilidad* fue definido en el texto a partir de la inclusión de la parte social como todo aquello que se opone a las instituciones –y en ciertos casos, se complementa con ellas–. Es decir, la gobernabilidad incorpora la noción de conflicto en el manejo de los recursos hídricos, lo que parece opuesto al concepto gobernanza, referido casi exclusivamente a la parte institucional.

En este sentido, el uso de la noción de gobernabilidad permite demarcarse de la limitación impuesta por la gobernanza, cubierta de propuestas normativas. La gobernabilidad permite reconocer otros actores (grupos sociales que demandan el servicio, formas nuevas de apropiación o de protestas, percepciones cambiantes respecto de la precariedad, etcétera). De esta forma, la coyuntura hídrica en tiempos de incertidumbre es entendida, en términos generales, como el conjunto de condiciones que

impiden, obstruyen o bloquean la toma de decisiones estratégicas sobre la problemática hídrica, y que además bloquean el desarrollo social e institucional de la metrópolis.

Este ejercicio teórico permitió reconocer las vinculaciones entre los conflictos hídricos y los cambios en el régimen mexicano que han tenido lugar en las últimas décadas, además de situar dichos cambios de régimen como un problema en las formas de gobernar el conflicto. Así, mientras el concepto de crisis decisional permite hablar de los tipos de conflictos metropolitanos, el concepto de hidropolítica puede servir aquí para desarrollar una armazón teórica y empírica en la búsqueda de formas de solución a los conflictos por el agua.

Es por ello que la propuesta conceptual del libro se concreta al menos en tres nuevas variables de análisis del conflicto: el desacuerdo, la oposición y la protesta; con ellas la noción de gobernabilidad brinda una mayor comprensión de lo que ocurre en la metrópolis de México, porque permiten explicarla como un todo fragmentario, inestable y deslocalizado.

La segunda sección del libro se denomina “¿Cómo y dónde se localizan los conflictos hídricos?”; allí se expone la problemática social y la idea de una crisis hídrica o un estado de ingobernabilidad. Se hace una división analítica de los conflictos hídricos: los de corte institucional y los sociales.

Los conflictos hídricos surgidos en las últimas décadas en la metrópolis están relacionados con dos tipos de problemáticas: a) la escasez, sobre la que se asienta el excepcional crecimiento de la urbe, y b) el modo en que se administró este crecimiento, en términos de la gestión del recurso. Un análisis de la insuficiencia de servicios y la agudización de las demandas de grupos sociales contestatarios revelan este espacio como un centro de problemas estratégicos, y permite visualizar el riesgo político que vive la metrópolis en los últimos años.

El objetivo de analizar la gestión conflictiva del agua es saber hasta qué punto esta gestión pública –bajo la responsabilidad directa del gobierno federal, aunque compartida con las administraciones estatales– muestra serias insuficiencias. Igualmente, se trata de establecer cómo estas insuficiencias podrían favorecer escenarios de alta conflictividad social-institucional en los años por venir.

De manera complementaria, si consideramos que el abastecimiento de agua en la metrópolis conformada por la Ciudad

de México y el Estado de México no cambió en gran proporción desde 1995, al menos, dicha problemática haría evocar la noción de crisis decisional. Desde hace algunos años, varios autores plantean la aparición de crisis sucesivas sobre todo en la Ciudad de México, entidad esencialmente dependiente de fuentes externas.

La hipótesis de una crisis decisional, entendida como una deficiencia en la toma de decisiones, permite reflexionar sobre las características de dicha gestión intergubernamental en el mediano o largo plazo. Este desbalance se suscitara a partir de presiones de las autoridades de los municipios mexiquenses sobre el gobierno estatal, o de la población periférica sobre las autoridades centrales (federales).

En general, los conflictos políticos por el líquido en relación con la gestión institucional estaban marcados por las decisiones

La gobernabilidad incorpora la noción de conflicto en el manejo de los recursos hídricos y permite reconocer otros actores (grupos sociales que demandan el servicio, formas nuevas de apropiación o de protestas, percepciones cambiantes respecto de la precariedad, etcétera). De esta forma, la coyuntura hídrica en tiempos de incertidumbre es entendida, en términos generales, como el conjunto de condiciones que impiden, obstruyen o bloquean la toma de decisiones estratégicas sobre la problemática hídrica, y que además bloquean el desarrollo social e institucional de la metrópolis.

de tipo tradicional, lo que se complicó cuando empezaron a surgir los gobiernos provenientes de otros partidos (de oposición). En particular, los conflictos se agudizan en el momento de querer hacer eficiente el servicio en el largo plazo.



Soluciones flexibles
en la gestión del
servicio del agua
para el desarrollo
y bienestar
de las ciudades

AGUAS, SERVICIOS E
INVERSIONES DE MÉXICO

► Administración

Elementos para entender el problema del agua



En este contexto, ¿cómo vincular la gobernanza/gobernabilidad de la metrópolis con los conflictos por el agua? Hay varias respuestas posibles. Al menos hasta hace pocos años las autoridades se negaban periódicamente a promover medidas de privatización del suministro o del racionamiento del agua, en menosprecio del aumento de los costos cada vez más elevados que tenía la administración del servicio para las arcas gubernamentales.

En las actuales circunstancias sigue siendo válido prefigurar escenarios de crisis del agua en la metrópolis de México, lo que obligaría a las autoridades a tomar decisiones en condiciones cada vez más críticas. Todo ello parece conducir a una forma de privatización obligada del servicio como, por ejemplo, la aplicación de impuestos selectivos al consumo del agua o un incremento explosivo del consumo de agua embotellada, entre otras.

Por ello, parece pertinente afirmar que si un escenario de conflicto y confrontación intergubernamental se valida, la gestión del agua enfrentará el peso de la coyuntura política y las

¿Cómo vincular la gobernanza/gobernabilidad de la metrópolis con los conflictos por el agua? Hay varias respuestas posibles. Al menos hasta hace pocos años las autoridades se negaban periódicamente a promover medidas de privatización del suministro o del racionamiento del agua, en menosprecio del aumento de los costos cada vez más elevados que tenía la administración del servicio para las arcas gubernamentales.

decisiones que de ella dependen, lo que en conjunto podría limitar el futuro de la gobernanza/gobernabilidad metropolitana de México, al menos en cuanto a la gestión de este recurso.

En el análisis de los conflictos hídricos pueden situarse procesos de búsqueda de identidad, de legitimidad o de pertenencia; también el factor de liderazgos, o de campañas políticas o ideológicas que,

en suma, pueden estar –esa es la hipótesis– estructurando procesos de cambio en o con la evolución del régimen político mexicano. Se trata de un verdadero proceso de interrelaciones sucesivas.

Los conflictos sociales –resultado de las protestas por el agua– se crean a partir de interrelaciones con otros fenómenos tales como una mayor fragmentación política (asociada aquí a la diversidad partidista de los gobiernos de la metrópolis).

La pregunta entonces es: ¿estos grupos sociales han rebasado las prácticas clientelares o corporativas del antiguo régimen? Para poder hablar de un cambio en los modos de protestar, hay que encontrar un cambio en la naturaleza contestataria de las protestas por el agua. Enfocarse en la conflictividad social hídrica permite destacar elementos para el análisis de una geopolítica del conflicto hídrico. Es decir, las protestas sociales que disputan desde décadas atrás su espacio y modo de expresión se encuentran, después de las reformas institucionales de la década de 1990, en una nueva coyuntura histórica de la incertidumbre, que puede encontrarse en el análisis de lo que en el libro se denomina “fragmentación política”.

Para finalizar, es preciso preguntarse: ¿cuántos o cuáles de estos escenarios pueden concretarse? Se invita al lector a sacar sus propias conclusiones a partir del libro, que pretende ser una propuesta de análisis con un enfoque interdisciplinario de un problema mayor en la megalópolis: el del agua. Eliminar, tratar, manejar o gobernar los diferentes grados de incertidumbre hídrica a los cuales se hace referencia en el análisis expuesto allí es, por supuesto, un desafío que deberán enfrentar nuestros gobernantes con visión de Estado; y no hay que olvidar a los diferentes grupos sociales que sufren ya la precariedad o que estarán en proceso de vivirla en los siguientes años ◀

LA MEJOR OPCIÓN EN REHABILITACIÓN DE TUBERÍAS

Con más de 70 años de experiencia en rehabilitación de tuberías y estructuras de drenaje, Contech provee soluciones estructurales permanentes, basadas en diseños probados sin tener que hacer excavaciones. En muchas aplicaciones las soluciones no comprometen la capacidad hidráulica existente. Nos especializamos en la evaluación y solución de rehabilitación de drenajes desde 30 cm de diámetro hasta estructuras de grandes dimensiones. ¿Los resultados? La solución correcta, que cumple con las necesidades de su proyecto - hecha con calidad, a tiempo y de bajo presupuesto.



Sí, podemos hacer tubería desde dentro de la alcantarilla o pozo!



pnst.vivienda.gob.pe

Culturas del agua: aproximaciones conceptuales



Con el enfoque de interculturalidad se pueden abordar y caracterizar diversas culturas del agua y desdoblarlas (formación de dos o más a partir de una sola) en diversos planos, donde se encontrarán diferentes formas de correlación de fuerzas, tensiones, sincretismos, resistencias o asimilaciones, simetrías y asimetrías. En cualquier caso, es imprescindible su contextualización tomando como criterios de territorialidad la cuenca hidrológica y el ecosistema; ambos constituyen la unidad de la gestión integrada de los recursos hídricos.

La noción predominante de “cultura del agua” en nuestro país es, en términos generales, el “proceso continuo de producción, actualización y transformación, individual y colectiva, de valores, creencias, percepciones, conocimientos, tradiciones, aptitudes, actitudes y conductas en relación con el agua en la vida cotidiana” (Perevochtchikova, 2012); sin embargo, esta noción presenta algunas limitaciones en cuanto se busca traducirla en acciones específicas para actores particulares. Uno de los principales riesgos es concebirla en singular (visión universalista y monolítica) con estrategias de intervención iguales para desiguales. Al respecto, se propone un primer acercamiento conceptual pluralizando la perspectiva “culturas del agua” con enfoques de interculturalidad y gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH), y contextualizada en escala de cuenca/microcuenca hidrológica y de ecosistema.

El concepto de cultura (*cultus*: cultivo del espíritu humano) es polisémico y durante siglos ha sido estudiado por diferentes religiones, filosofías y disciplinas. Es un ámbito de estudio que Rolando García (2006) denomina *sistema complejo*, es decir, la “representación de un recorte de la realidad, conceptualizado



ALEJANDRO SAINZ ZAMORA

Consultor en educación ambiental y culturas del agua.



SILVIA SEVILLA ESCAMILLA

Consultora en educación ambiental y culturas del agua.

► Sustentabilidad

Culturas del agua:
aproximaciones
conceptuales

como una totalidad organizada, en la cual los elementos no son separables, y por tanto no pueden ser estudiados aisladamente”.

En América Latina existe una rica tradición en estudios culturales de la región que desde diversas disciplinas de las ciencias sociales y las humanidades “se ocupan de las culturas (o subculturas) tradicionalmente marginadas, incluyendo las de los grupos subalternos o de comunidades de alguna forma desprestigiadas por su raza, sexo, preferencia sexual, etc., y toman como objeto de estudio toda expresión cultural” (Szurmuk y McKee, 2009). Estudiosos como Néstor García Canclini, Martín Barbero y Carlos Monsiváis sobresalen como los principales representantes de la primera generación de dichas investigaciones. A ellos debemos valiosas aportaciones como la perspectiva de hibridez cultural (García Canclini, 1990), con la cual se aborda la heterogeneidad multitemporal y los cruces socioculturales entre lo tradicional y lo moderno; la perspectiva de mediación (Barbero, 1987) para analizar el papel de la recepción y demanda de la población en la determinación del contenido de un producto cultural; o las tensiones históricas dentro de los procesos culturales (Monsiváis, 2000).

Catherine Walsh (2009) señala que procesos más recientes “han implicado la resignificación de lo que entendemos por

La noción predominante de “cultura del agua” en nuestro país es, en términos generales, el “proceso continuo de producción, actualización y transformación, individual y colectiva, de valores, creencias, percepciones, conocimientos, tradiciones, aptitudes, actitudes y conductas en relación con el agua en la vida cotidiana”; sin embargo, esta noción presenta algunas limitaciones en cuanto se busca traducirla en acciones específicas para actores particulares.

‘estudios culturales latinoamericanos’ hacia un lugar que podemos nombrar ‘intercultural’ [...] Es abrir un espacio de diálogo desde Latinoamérica [...] sobre la posibilidad de (re) pensar y (re) construir los ‘estudios culturales’ como espacio de encuentro político, crítico y de conocimientos diversos. Un espacio de encuentro entre disciplinas y proyectos intelectuales, políticos y éticos que provienen de distintos momentos históricos y de distintos lugares epistemológicos”.

Interculturalidad

Walsh (2005) contribuye a esclarecer y a diferenciar conceptualmente las nociones de multi, pluri e interculturalidad, ya que si bien se refieren a la diversidad cultural, no son sinónimos, puesto que abordan de diferente manera la diversidad.

Multiculturalidad es un término principalmente descriptivo; se refiere a la multiplicidad de culturas que existen dentro de un determinado espacio, sea local, regional, nacional o internacional, sin que necesariamente tengan una relación entre ellas; se parte de una separación o segregación entre culturas sin aspecto relacional. A este fenómeno, y bajo el influjo de la globalización, Bertely (2013) lo denomina multiculturalismo neoliberal y comunitarista. Pluriculturalidad, a diferencia de la primera, sugiere una pluralidad histórica y actual, en la cual varias culturas conviven en un mismo espacio territorial sin una profunda interrelación equitativa y hacen una totalidad nacional.

Interculturalidad como concepto y práctica significa “entre culturas”, no simplemente como un contacto sino como intercambio que se establece en términos equitativos, en con-



diciones de igualdad. Además de ser una meta por alcanzar, la interculturalidad debería ser entendida como un proceso permanente de relación, comunicación y aprendizaje entre personas, grupos, conocimientos, valores y tradiciones distintas, orientada a generar, construir y propiciar un respeto mutuo, y a un desarrollo pleno de las capacidades de los individuos, por encima de sus diferencias culturales y sociales. La interculturalidad tiene el papel crítico, central y prospectivo de reconstruir, paso a paso, sociedades, sistemas y procesos educativos, sociales, políticos y jurídicos; y de accionar entre todas las relaciones, actitudes, valores, prácticas, saberes y conocimientos fundamentados en el respeto y la igualdad, el reconocimiento de las diferencias y la convivencia democrática.

La interculturalidad, argumenta Walsh, “es distinta, en cuanto se refiere a complejas relaciones, negociaciones e intercambios culturales, y busca desarrollar una interacción entre personas, conocimientos y prácticas culturalmente diferentes; una interacción que reconoce y que parte de las asimetrías sociales, económicas, políticas y de poder y de las condiciones institucionales que limitan la posibilidad de que el ‘otro’ pueda ser considerado como sujeto, con identidad, diferencia y agencia, con

la capacidad de actuar. No se trata simplemente de reconocer, descubrir o tolerar al otro, o la diferencia en sí, tal como algunas perspectivas basadas en el marco de liberalismo democrático y multicultural lo sugieren. Tampoco se trata de esencializar identidades o entenderlas como adscripciones étnicas inamovibles. Más bien, se trata de impulsar activamente procesos de intercambio que, por medio de mediaciones sociales, políticas y comunicativas, permitan construir espacios de encuentro, diálogo, articulación y asociación entre seres y saberes, sentidos y prácticas distintas [...] A diferencia de la pluriculturalidad, que es un hecho constatable, la interculturalidad aún no existe, se trata de un proceso por alcanzar por medio de prácticas y acciones sociales concretas y conscientes” (Walsh, 2005).

Gasché (2008) subraya que “no podemos pensar la interculturalidad sin la dominación/sumisión. Hablar de la interculturalidad como de una relación horizontal no es más que un eufemismo para disfrazar relaciones verticales. La interculturalidad no es algo que hay que crear en el futuro, como algunos teóricos lo asumen, la interculturalidad existe ahora y ha existido en América desde la conquista. Pero la dominación/sumisión imprime a la relación intercultural, por un lado, condiciones económicas,



► Sustentabilidad

Culturas del agua:
aproximaciones
conceptuales

sociales, políticas y legales, y por el otro, disposiciones, actitudes y valores asimétricos, desiguales pero complementarios y que en su complementariedad se reiteran y refuerzan diariamente a través de las conductas rutinarias, esquemáticas entre sujetos dominados y sujetos sumisos”.

Vázquez (2013), por su parte, argumenta que “en una visión clásica, la interculturalidad sólo implica reconocer, tolerar o incorporar lo diferente dentro de las matrices y estructuras sociales establecidas. Esta visión ha sido superada por una comprensión crítica de la interculturalidad, que recoge y sintetiza los avances en la definición de este enfoque cada vez que no se quede en el plano descriptivo, sino que propone y busca transformaciones desde una postura crítica-reflexiva. Desde esta nueva comprensión, la interculturalidad implica:

- Visibilizar las distintas maneras de ser, sentir, vivir y saber, destacando sus orígenes y desarrollos a lo largo de un determinado tiempo hasta la actualidad.
- Cuestionar la tipificación de la sociedad por razas, lenguas, género o por todo tipo de jerarquías que sitúan a algunos como inferiores y a otros como superiores, así como las lógicas de poder que las sustentan.
- Alentar el desarrollo de la diversidad cultural en todas sus formas y generar las condiciones sociales, políticas y económicas para mantenerlas vigentes en contextos de globalización e intercambio cultural.
- Cuestionar las relaciones asimétricas de poder que existen en la sociedad, y buscar construir relaciones más equitativas y justas entre distintos grupos socioculturales y económicos”.

“A lo largo de la historia de la humanidad, el agua ha tenido un significado y un valor profundo (mitopoético y sociocultural) que está asociado con la cosmovisión y percepciones sobre el mundo y la naturaleza. Esto se ha reflejado en las formas culturales de usar y manejar el agua, que están ligadas con una dimensión integradora (matriz agua-suelo-monte) y un reconocimiento social como bien colectivo.”



En las “investigaciones, situadas desde abajo a partir de una nación de interculturalidad conflictiva, debido a sus propias preguntas, escenarios y actores, se consideran las demandas históricas de los pueblos [...] y las relaciones interculturales coloniales impuestas por la sociedad hegemónica y el Estado nacional” (Bertely, 2013).

Culturas del agua

Como señala Ávila (2006): “a lo largo de la historia de la humanidad, el agua ha tenido un significado y un valor profundo (mitopoético y sociocultural) que está asociado con la cosmovisión y percepciones sobre el mundo y la naturaleza (León Portilla, 1992; Illich, 1993). Esto se ha reflejado en las formas culturales de usar y manejar el agua, que están ligadas con una dimensión integradora (matriz agua-suelo-monte) y un reconocimiento social como bien colectivo”. La cosmovisión es entendida como la forma en que una persona o cultura percibe e interpreta su propia naturaleza y entorno en una época determinada a través de diversas creencias, percepciones y saberes, muchos de ellos expresados a través de proverbios, dichos y refranes –que representan normas de vida a partir de la experiencia transmitida de generación en generación–, leyendas y mitos; estos últimos simbolizan situaciones ahistóricas donde actúan los dioses con una visión cosmogónica (origen del universo y de la humanidad), hasta los arquetipos, introyectados simbólicamente en el inconsciente del individuo y que influyen en la vida de la persona.

Ávila (2006) resalta que “el valor sociocultural del agua se expresa a través de las diferentes cosmovisiones, mitos, per-

cepciones y arquetipos que conectan a los seres humanos con un origen sagrado y divino [...] sin embargo, en los años recientes, la valoración sociocultural del agua ha tratado de ser reemplazada e incluso nulificada por una valoración económica [...] Resistencias y disputas por la defensa del agua como un bien común, libre y gratuito, han surgido en diversos espacios urbanos y rurales, tanto en México como en Latinoamérica". Entre las principales dimensiones socioculturales del agua que destaca la autora se encuentran los sueños (el agua comunica su pureza y limpia al lavar la suciedad de una superficie), lo simbólico (el agua es fuente de fecundación de la tierra y del espíritu), los sonidos (el agua evoca alegría y tristeza, recuerdos e ilusiones, exaltación y tranquilidad), las cosmovisiones (parten del principio de "aguas de arriba" y "aguas de abajo"), lo femenino (el agua hincha los gérmenes y hace surgir las fuentes). "Disociar e incluso omitir la existencia de las dimensiones socioculturales del agua es una forma de vulnerar las bases en las que se apoya la civilización contemporánea y las regiones donde existe una cultura del uso y manejo sustentable del agua. Además, es una forma de generar conflictos por el agua y violentar mecanismos sociales y formas de gestión que han garantizado un acceso y aprovechamiento colectivo."

Por lo expuesto con anterioridad, coincidimos con Blancarte (2010) cuando señala que "México ha dejado paulatinamente de ser un país que pretende fortalecer su cultura e identidad nacional, en singular, y ha comenzado a ser uno que reconoce de manera creciente su diversidad cultural e identitaria. Se transitó así de lo único a lo plural, de lo monolítico a lo múltiple, de 'la' cultura y 'la' identidad a 'las' culturas y 'las' identidades [...] Persiste la pretensión de asumir que todos deben creer lo mismo, pretender una sola forma de sociedad, compartir una visión política homogénea o tener las mismas prácticas y preferencias sexuales, e incluso ser todos iguales, no en derechos sino en condición existencial. Y sin embargo, a pesar de que nuestra cultura proviene de raíces intolerantes, en la sociedad mexicana se abre camino la noción de que la verdadera igualdad solamente se alcanza con el reconocimiento de la diversidad".

Lo anterior nos lleva a la necesidad de repensar las culturas del agua, no sólo a partir de sus cosmovisiones, sino en la diversidad de sus prácticas de gestión, entendidas como "aquellas

Es necesario repensar las culturas del agua, no sólo a partir de sus cosmovisiones, sino en la diversidad de sus prácticas de gestión, entendidas como "aquellas actividades realizadas por los diversos actores que pueden estar involucrados en la gestión del agua –Estado, mercado, comunidad– y que pueden presentar un carácter formal o informal hasta llegar en algunos casos a prácticas 'ilegales' ".

actividades realizadas por los diversos actores que pueden estar involucrados en la gestión del agua –Estado, mercado, comunidad– y que pueden presentar un carácter formal o informal hasta llegar en algunos casos a prácticas 'ilegales' " (Torregrosa, Arteaga y Kloster, 2006).

Con el enfoque de interculturalidad se pueden abordar y caracterizar diversas culturas del agua y desdoblarlas (formación de dos o más a partir de una sola) en diversos planos, donde se encontrarán diferentes formas de correlación de fuerzas, tensiones, sincretismos, resistencias o asimilaciones, simetrías y asimetrías. Por ejemplo, podemos explorar cosmovisiones y prácticas de gestión del agua en escala microsociedad en una comunidad maya de Campeche, donde se intersectan influjos culturales de su entidad, de su región (península de Yucatán), de su país y del mundo globalizado.

En cualquier caso, es imprescindible su contextualización (tiempo y espacio) tomando como criterios de territorialidad (base material y simbólica) la cuenca hidrológica, entendida como "una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida" (Aparicio, 1993) y el ecosistema, referido genéricamente al conjunto de componentes e interacciones de una comunidad natural y su medio ambiente físico de una determinada zona. Cuenca y ecosistema constituyen la unidad de la gestión integrada de los recursos hídricos ◀

Si desea obtener las referencias bibliográficas de este artículo, solicítelas a h2o@heliosmx.org

Política agroambiental y contaminación con plaguicidas

El Programa Nacional Hídrico 2013-2018 señala que la contaminación del agua es uno de los tres problemas fundamentales de la gobernanza y administración del recurso. Este problema ha sido poco estudiado en la producción primaria de alimentos, entre otras causas por la falta de información. La agricultura está desregulada ambientalmente por la dificultad en el diseño de políticas públicas de control a costos eficientes. En este artículo se presentan resultados de una investigación sobre contaminación del agua en un importante distrito de riego donde se usan plaguicidas altamente nocivos de manera ineficiente. En general, los agricultores no tienen una percepción clara del impacto de su actividad en el agua.



ROSARIO PÉREZ ESPEJO

Investigadora del Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM.

La contaminación, medida con la demanda química de oxígeno, afecta a 32% del agua superficial. Una causa, quizá la principal, es el uso de fertilizantes y plaguicidas en la agricultura (Conagua, 2013), actividad que consume 77% del agua extraída. En 6.4 millones de hectáreas (Mha) regadas se emplean 110 mil to-

neladas de plaguicidas (FAOSTAT, 2013), de los que no se sabe cuánto contaminan el agua y a qué cuerpos hídricos afectan más. En cuanto a la participación de las descargas puntuales en la contaminación, en teoría debería ser mínima, después de 20 años de vigencia de la NOM-001-1996-SEMARNAT que las regula.

La política del control de la contaminación difusa

Muchos especialistas han contribuido al análisis del reto que representa diseñar políticas para el control de las descargas difusas agrícolas (DDA), que no son observables ni cuantificables y no se pueden atribuir a un responsable. Entre los

más importantes están Shortle, Abler, Griffith, Bromley, Horan, Ribaud, Dunn, Segerson, Romstad, Maguette y Spulberg. Estos autores coinciden en señalar que no existe un acuerdo entre los políticos sobre qué debe ser regulado, cómo regular, qué nivel de control deben asumir los agricultores y cómo lograrlo.

El artículo inicial sobre propuestas de política para el control de las DDA es el de Griffin y Bromley (1982), quienes aportan el concepto de “función de producción no puntual” (FNP) para la medición en forma directa de la contaminación agrícola.

La FNP relaciona opciones en el uso de insumos agrícolas con las emisiones estimadas a partir de modelos hidrológicos y estadísticos. Para la *i*-ésima granja, el modelo establece la siguiente fórmula:

$$r_i(x_i, \alpha_i)$$

donde:

r_i son las emisiones no puntuales o FNP

x_i es el vector ($1 \times m$) de opciones de producción (insumos) y control de contaminación

α_i representa las características físicas del lugar (tipo de suelo, topografía)

Esta FNP representa un estimador proxy que no es eficiente desde el punto de vista de la minimización de los costos. En un cuerpo de agua, la estimación de las concentraciones de contaminantes incluye las descargas puntuales y las DDA, el nivel prevaleciente de contaminación (ζ) y las características del cuerpo de agua (ψ):

$$a = a(r_1, \dots, r_n, e_1, \dots, e_s, \zeta, \psi) \quad (\delta a / \delta r_i \geq 0 \quad \forall_i, \delta a / \delta e_k \geq 0 \quad \forall_k)$$

donde:

r_i son las emisiones no puntuales para la *i*-ésima granja

e_k son las emisiones puntuales para la *k*-ésima fuente

ζ indica los niveles prevalecientes de contaminación en el cuerpo de agua

ψ son las características y parámetros del cuerpo de agua para todo ($\delta a / \delta r_i \geq 0 \quad \forall_i, \delta a / \delta e_k \geq 0 \quad \forall_k$)

Al optimizar estas ecuaciones, los autores proponen cuatro instrumentos para las DDA: 1) un impuesto (o subsidio)

con base en el monitoreo de insumos; 2) una norma para la escorrentía estimada; 3) un impuesto (o subsidio) a las prácticas de manejo, y 4) normas para las prácticas de manejo.

Griffin y Bromley partían de dos supuestos poco reales: 1) que no hay problema de información entre el regulador y el regulado, y 2) que la escorrentía de las unidades agrícolas se podía determinar sin error a partir de la observación de las prácticas de manejo.

En 1986, Shortle y Dunn publican un artículo donde señalan que las DDA y el transporte y destino de contaminantes son estocásticos y no observables, y que existe asimetría entre la información del regulador y del agricultor –esta falta de información del regulador sobre las funciones de daño ambiental de los productores se conoce como riesgo moral (*moral hazard*) en la economía ambiental–. Considerando la información diferencial y la naturaleza estocástica de las DDA, encuentran que normar las prácticas de manejo sería el instrumento proxy o “*second best*” más eficiente.

Segerson (1988) cuestiona el énfasis puesto en las “mejores prácticas de manejo” para controlar las DDA; señala que normas e incentivos son ineficientes e impracticables y propone que el objetivo de la regulación sea el nivel de contaminación del cuerpo de agua. Los agricultores que descarguen pagarán un impuesto cuando rebasen el nivel de calidad objetivo o recibirán un subsidio cuando estén por debajo de éste. El productor seleccionará la tecnología y tratamiento que más le convenga y la autoridad hará un monitoreo aleatorio mínimo.



Victoria Jiménez, IIZ-UNAM

Ribaudo y Caswell (1999) y Ribaudo (2004) consideran que existe una extensa bibliografía sobre el diseño de políticas “eficientes” de control, pero que ninguna propuesta ha rebasado el ámbito de lo académico y descendido al mundo real, por lo que el control de las DDA se limita a programas de cumplimiento voluntario que, indirectamente, pueden mejorar la calidad del agua.

El espacio de estudio

La investigación se llevó a cabo en el Distrito de Riego 011 (DR 011), Alto río Lerma, uno de los DR más grandes, importantes y estudiados del país; cuenta con 115,000 ha y alrededor de 22,000 usuarios. Está en la cuenca de Lerma-Santiago, la segunda más contaminada de México (Conagua, s/f), en condición de déficit hídrico (Kloezen, *et al.*, 1997) y donde la disponibilidad de agua ha disminuido por la fuerte competencia entre sus usos.

La información sobre plaguicidas se obtuvo de una encuesta a 145 productores, el análisis de 66 muestras de agua y entrevistas a funcionarios locales. La muestra se estimó con información de la Conagua. Se seleccionaron unidades de producción en siete módulos cercanos a los brazos del río Lerma y se obtuvieron resultados para los cuatro cultivos más importantes del DR 011: maíz, trigo, sorgo y cebada, que representaron en 2007 más de 85% de la superficie cultivada y alrededor de 80% del valor de la producción (Pérez *et al.*, 2011).

Contaminación por plaguicidas

La “revolución verde” hizo acompañar a las semillas mejoradas de agua, fertilizan-

tes y plaguicidas. El uso de éstos últimos ha ido en aumento debido a subsidios que estimulan su empleo, costos relativamente bajos y el desconocimiento de los agricultores sobre sus efectos en la salud y el ambiente.

Con los plaguicidas se intenta prevenir el ataque de plagas que afectan los rendimientos; sin embargo, insectos y malas hierbas han desarrollado resistencia, y en ocasiones el empleo de plaguicidas ha dañado la biodiversidad, el agua y la salud humana (Pimentel y Greiner, 1997).

A fines de la década de 1990, en Estados Unidos se aplicaban alrededor de 500 mil toneladas de plaguicidas al año, pero las plagas destruían 37% de la producción agrícola potencial; los insectos, 13%; las enfermedades de las plantas, 12%, y las malas hierbas, 12% (Pimentel

2005). En la actualidad están infestadas 175 Mha en EUA y otros países del mundo (Kolbert, 2007).

En México, 17% de los plaguicidas que se venden son de categoría la-lb, extremadamente tóxicos; 44% de categoría I, muy tóxicos; 21% corresponden a la categoría II, moderadamente tóxicos, y 18% de categoría III, ligeramente tóxicos (Muñoz y Ávila, 2005). Adicionalmente se generan 3,000 t de envases de difícil degradación y sólo se recolecta alrededor de 3%. El estado de Guanajuato produce más de 400 t de envases al año (AMIFAC, 2004).

Insecticidas

De acuerdo con Bernal *et al.* (2012), el maíz, sorgo, trigo y cebada son cultivos susceptibles a una variedad de plagas y enfermedades, por lo que en el DR 011 se

Tabla 1. Sustancias empleadas en el DR 011 por cereal y nivel de toxicidad

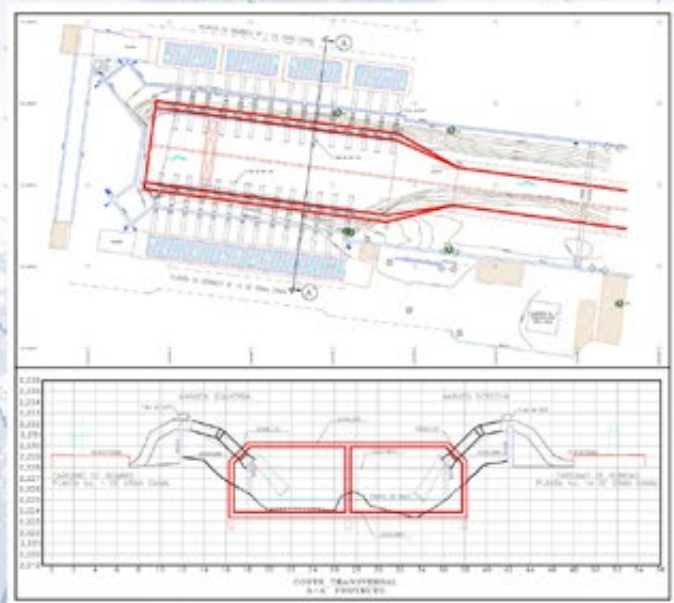
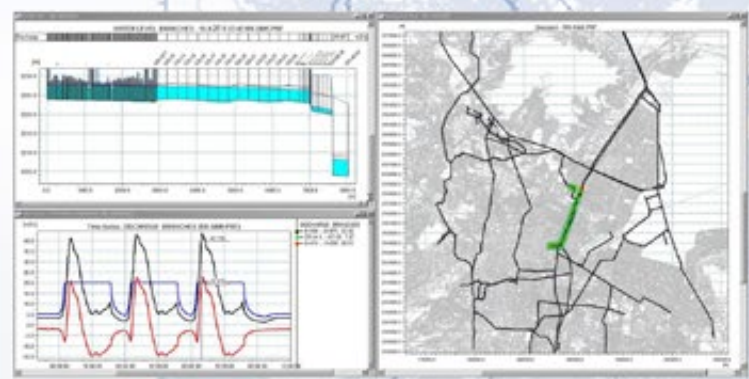
Sustancia	Maíz	Sorgo	Cebada	Trigo	Toxicidad
Clorpirifos	X	X		X	Ia
Forato	X				Ia
Paratión metílico	X	X	X	X	Ia
Terbufos	X				Ia
Carbofurán	X				Ib
Diazinón	X			X	Ib
Metamidofos	X				Ib
Teflutrín	X				Ib
Bifentrina	X		X		II
Cipermetrina	X	X	X	X	II
Endosulfán	X				II
Profenofos	X	X			II
Dimetoato	X		X	X	II
Lambda cyhalotrina	X	X			III
Malatión	X			X	III

Fuente: Bernal *et al.* (2012).

Inesproc

s.a. de c.v.

21 años apoyando el desarrollo de la infraestructura hidráulica en México



- consultoría técnica especializada en estudios y proyectos ejecutivos de macrosistemas de agua potable y drenaje
- especialistas en el análisis y solución integral de infraestructura hidráulica mediante la implementación de modelos de simulación matemática de última generación
- peritos profesionales certificados en ingeniería hidráulica, cicm

calle 1857 #26, col. el parque, deleg. venustiano carranza, México, d.f., c.p. 15960
tel. y fax 57-68-60-02, 57-68-60-03, e-mail: inesproc@prodigy.net.mx

Tabla 2. Prácticas de uso de insecticidas en el DR 011 (%)

Cultivo	No aplica insecticida	Usa sustancias no adecuadas	Usa cantidades mayores de lo recomendado
Productores pequeños			
Maíz	11	35	23
Sorgo	58	33	8
Cebada	14	21	7
Trigo	9	39	30
Promedio	23	32	17
Productores medianos			
Maíz	6	29	24
Sorgo	46	63	8
Cebada	0	10	10
Trigo	6	31	25
Promedio	15	33	17
Productores grandes			
Maíz	11	33	22
Sorgo	50	53	13
Cebada	9	18	9
Trigo	0	17	17
Promedio	17	30	15

Fuente: Bernal *et al.* (2012: 190).

someten a la aplicación sistemática de diversos insecticidas de diferente toxicidad (véase tabla 1).

Entre 70 y 85% de los productores señaló que sus cultivos eran atacados por algún tipo de plaga, por lo que emplearon insecticidas con 15 sustancias activas, ocho con el nivel más alto de toxicidad, entre ellas clorpirifos, forato, paratión metílico y terbufos. Nueve de cada diez productores emplearon al menos un insecticida.

Un número importante (30% de los productores de trigo y 19% de los de maíz) sobreusa sustancias y aplica sustancias no recomendadas, prácticas que varían con el tamaño del cultivo. El paratión metílico, extremadamente tóxico, es la sustancia que más se sobreusa, en algunos casos con el triple de la dosis recomendada (véase tabla 2).

El sobreuso de plaguicidas en la agricultura ha sido documentado por Galindo *et al.* (1997), quien muestra que

en México, la cantidad es del orden de 2.5 kg/ha, volumen mayor que en EUA (1.5 kg/ha) y Europa (1.9 kg/ha).

En el DR 011, 19% de los productores reportaron haber tenido problemas de salud atribuidos a la aplicación de insecticidas: 10% dolores de cabeza, 9% náusea y 8% vómito; se informaron casos de desmayo, intoxicación, entumecimiento de lengua y del cuerpo, hospitalización, alergias y la muerte de un trabajador en 2007. El origen de estos síntomas puede ser multifactorial, pero coincide con lo reportado en otras regiones del país y en otros países (Ibarra, 2017; Dasgupta *et al.*, 2007).

En las muestras de agua se analizaron 25 compuestos y se encontraron triazinas, carbamatos y cuatro plaguicidas de la familia de los organoclorados; todos rebasaban los límites máximos permisibles en la legislación internacional y en la NOM-127-SSA-1994 (Bernal, 2012).

Herbicidas

Prácticamente todos los agricultores emplean herbicidas para el combate de malezas como *Amarantus hybridus*, *Aldama dentata*, *Avena futua*, *Anoda cristata*, *Phalaris paradox* y otras (véase tabla 3).

Un listado no exhaustivo de sustancias empleadas para cada cultivo y su nivel de toxicidad se presenta en la tabla 4.

Tabla 3. Malezas más frecuentes en sorgo, maíz, trigo y cebada en el DR 011 (%)

Sorgo	Maíz	Trigo y cebada
<i>Amarantus hybridus</i> L (60)	<i>Amarantus hybridus</i> L (81)	<i>Avena futua</i> (15)
<i>Aldama dentata</i> Llave y Lex (57)	<i>Anoda cristata</i> L (59)	<i>Phalaris minor</i> (49)
<i>Echinochloa crusgalli</i> (46)	<i>Aldama dentata</i> Llave y Lex (58)	<i>Phalaris paradox</i> (32)
<i>Cinodon dactylon</i> (44)	<i>Ipomea purpurea</i> L Roth (54)	<i>Echinochloa</i> spp. (17)

Fuente: Bernal *et al.* (2012: 193).

El número de sustancias activas empleadas en cada cultivo, el índice de sobreuso del herbicida y las combinaciones no recomendadas se muestran en la tabla 5. En la producción de maíz se reportó el uso de triasulfurón (Amber), sustancia no recomendada, así como las combinaciones no recomendadas de glicol con óxido de etileno y con atrazina, y atrazina con paraquat, entre otras. Los productores de sorgo usaron las sustancias no recomendadas prometrina (Gesagard), el tralkoxidim (Grasp 25) y el ácido 2,4D-picloram (Tordon). Casi todos los productores de trigo y cebada emplearon las sustancias recomendadas, pero en combinaciones no recomendadas.

En el análisis de atrazina en cultivos de maíz y sorgo (Hansen y González, 2012) se encontró que los módulos de Cortázar, Salamanca y Valle de Santiago tienen los mayores consumos del herbicida y que los principales factores que influyen en el riesgo de lixiviación son las dosis de aplicación y la vida media del herbicida.

Políticas de control en Guanajuato

La contaminación agrícola del agua es un tema olvidado en la legislación mexicana; los artículos 120 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y 96 de la Ley de Aguas Nacionales nunca se han aplicado. La política en materia hídrica privilegia la inversión en infraestructura hidroagrícola y la tecnificación del riego con el objetivo –no alcanzado– de ahorrar agua. Al tecnificarse el riego se incrementa la superficie cultivada y la demanda de agua; a mayor superficie regada corresponde un uso

creciente de agroquímicos y una mayor contaminación del recurso.

Guanajuato tiene sus propias leyes de aguas y de protección del ambiente; en la primera no aparece el uso agrícola porque el agua superficial y los pozos son de jurisdicción federal. La ley ambiental comanda el establecimiento de normas técnicas ambientales obligatorias; sus artículos 102, 103 y 104 señalan los criterios ecológicos a seguir en las actividades agropecuarias para conservar el suelo. Estos artículos son muy importantes porque todas las medidas que se tomen en este sentido pueden tener un impacto positivo en la calidad del agua.

En Guanajuato existe una profusión de programas hidroagrícolas. El gobierno

gestiona con la Conagua cuatro programas sobre: 1) rehabilitación y modernización de distritos de riego; 2) desarrollo parcelario; 3) uso pleno de la infraestructura hidroagrícola, y 4) uso eficiente del agua y la energía eléctrica. Con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) promueve el Programa de Tecnificación del Riego con Agua Subterránea, y con recursos propios, el Programa de Capacitación y Asesoría Técnica de Riego que operan los Consejos Técnicos de Aguas Subterráneas. Por su parte, la delegación de la Sagarpa gestiona los programas Especial de Energía para el Campo en Materia de Energía Eléctrica de Uso Agrícola, al que se atribuye el sobreuso de agua y

Tabla 4. Principales herbicidas empleados por cereal y nivel de toxicidad, DR 011 (%)

Sustancia	Maíz	Sorgo	Cebada	Trigo	Toxicidad
Glicol con óxido de etileno	45				U
Atrazina	22	61	9		U
Atrazina-terbutina		56			U
Paraquat-diurón	22	24	3		II
Glufosinato de amonio	18				U
Sal dimetilamina del ácido 2,4-D	16	50	65	50	II
Ester butílico del ácido 2,4-D	14			11	II
Atrazina-terbutina	12				U
Mesotrione	8				II
Foramsulfurón-iodosulfurón	6				III
Clodinafop-propargyl				17	Xn
Mesolfurón metil + iodosulfurón				11	IV
Triasulfurón			9	9	U
Tralkoxidim			35	7	II
Pinoxaden			18	7	III
Prometina		35			U

U: Improbable que cause daños graves. Xn: Dañino para la salud sin ser tóxico.

Fuente: Elaboración propia con base en Bernal et al. (2012)

la sobreexplotación de acuíferos (Ávila *et al.*, 2005); Agricultura Protegida, y Uso Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria.

La Norma Técnica Ambiental IEE-005/2007 (NTA 005) del gobierno del estado (2008) regula 11 prácticas agrícolas sustentables y prohíbe la quema de esquilmos. Sus efectos son mínimos, pues por problemas de falta de recursos y coordinación interinstitucional, no se aplica. Por ejemplo: para un curso de capacitación en labranza de conservación, el Instituto de Ecología del Estado recurre a la sociedad de responsabilidad limitada del DR 011, que a su vez contacta a los directivos de los módulos de riego y a la Asociación para la Agricultura Sostenible en Base a Siembra Directa para que el programa FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura) –el cual a su vez recurre a los académicos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias– imparta el curso. Esto sólo se logró en el Módulo de Riego de Valle de Santiago.

La Procuraduría Ambiental de Guanajuato (PAG) vigila la quema de esquilmos, algo que reconoció practicar 6% de los productores. De 2007 a 2009, la PAG hizo 244 visitas de inspección en cerca de 700 ha afectadas por incendios. El estado tiene más de un millón de hectáreas agrícolas y casi medio millón de hectáreas de riego; en la mayoría se queman esquilmos (Pérez *et al.*, 2011).

Percepción de los productores sobre la contaminación del agua

La percepción de los agricultores suele medirse con la escala de Likert (Keraita *et*

Tabla 5. Uso de herbicidas en el DR 011 (%)*

Tamaño de la producción	Maíz	Sorgo	Trigo	Cebada
Número de sustancias activas empleadas				
	16	11	12	8
Índice de sobreuso				
Chica	0.78	0.45	1.11	1.73
Mediana	1.66	0.49	8.81	2.15
Grande	0.66	0.40	1.79	6.85
Combinaciones no recomendadas*				
Chica	50	No hubo	22	21
Mediana	78	No hubo	15	30
Grande	48	No hubo	17	No hubo

* Porcentaje en relación con el total de productores que usan herbicidas.

Fuente: Elaboración propia con base en Bernal *et al.* (2012)

al., 2008). Los resultados mostraron que los agricultores niegan que la agricultura sea una causa importante de la contaminación del río Lerma y sostienen que el gobierno tendría que subsidiar los cambios para mejorar sus prácticas agrícolas. Los propietarios de unidades grandes y medianas tienen una mayor conciencia del problema de contaminación del agua en comparación con los de unidades pequeñas. El nivel de educación no fue una variable concluyente (Aguilar, 2012).

Conclusiones

- La agricultura impacta fuertemente en el agua porque usa 77% del recurso y lo contamina con cuantiosas cantidades de agroquímicos. Este problema ha sido poco estudiado por falta de información.
- No se ha cumplido con el marco legal sobre contaminación difusa agrícola, en parte debido a la complejidad en el diseño de políticas eficientes; los instrumentos económicos y las normas que regulan las descargas puntuales no son aplicables a las descargas agrícolas.
- Los programas hidroagrícolas voluntarios enfatizan la tecnificación y modernización del riego, pero no consi-

deran la contaminación del agua. Su costo ha sido alto y no se ha logrado ahorrar agua con ellos.

- El estudio en el DR 011 mostró que todos los productores, en alguna medida, aplican dosis de plaguicidas mayores a las recomendadas, emplean plaguicidas extremadamente tóxicos y sustancias no recomendadas.
- La NTA 005 que establece prácticas agrícolas sustentables y prohíbe la quema de esquilmos no se aplica por falta de coordinación entre instituciones; su gestión efectiva incidiría en forma indirecta en la mejoría de la calidad del agua.
- Por su organización interna y vinculación con instituciones, los módulos de riego son los espacios idóneos para llevar a cabo programas voluntarios de capacitación sobre empleo de plaguicidas. Estos programas tendrían que considerar el diferente comportamiento de los agricultores debido al tamaño de sus unidades y su percepción poco clara del problema de contaminación del agua ◀

Si desea obtener las referencias bibliográficas de este artículo, solicítelas a h2o@heliosmx.org

Soluciones en
**Tratamiento de
Aguas**

PTAR Tierra Negra, Tampico
1,500 lps.



Microfiltración



Ultrafiltración



Ósmosis Inversa

Ticsa integra procesos para obtener diferentes calidades de agua según los requerimientos del cliente, a partir de agua residual municipal.

TICSA SU SOLUCIÓN EN REÚSO DE AGUA.

Tecnología Intercontinental

+52 (55) 3098 5666

correo@ticsa.com.mx

www.ticsa.com.mx



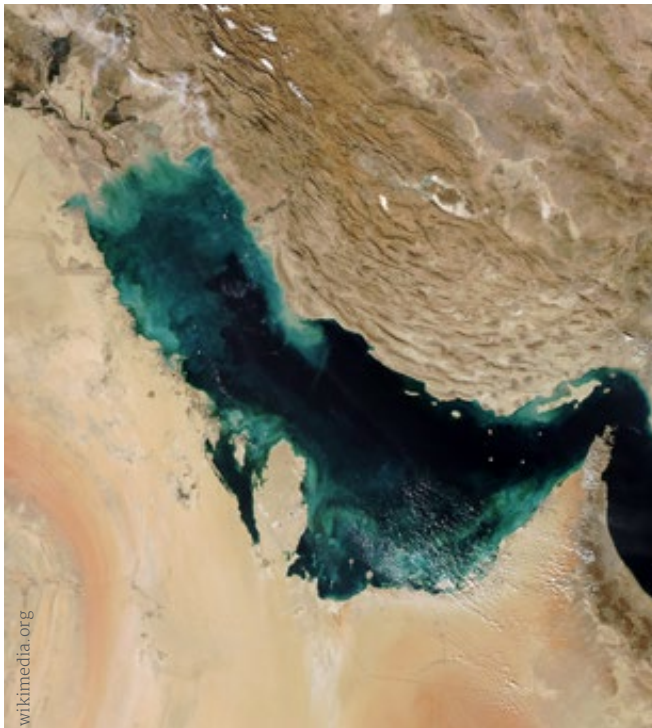
en.wikipedia.org

La inminente crisis hídrica en el Golfo Pérsico

La población en los países miembros del Consejo para la Cooperación del Golfo Pérsico se quintuplicó entre la década de 1970 y 2010, al pasar de 8 a 43.5 millones de habitantes. La agricultura regional demanda más de 85% del recurso hídrico para la generación de alimentos, sin considerar las significativas importaciones. Con todo ello, el consumo de agua se incrementó en 140% desde mediados de la década pasada hasta 2015, es decir, en un intervalo de unos 10 años solamente. ¿Qué hacen los países del Golfo Pérsico para suministrar agua a semejante población en un entorno árido pero al mismo tiempo húmedo por la cercanía del mar, y qué planes tienen para el futuro en materia hídrica?

El clima en la Península Arábiga es árido, y este hecho no cambiará pronto. En 1950, la disponibilidad de agua de fuentes renovables en el mundo árabe superaba los 4,000 m³ por habitante al año; para 1995 había pasado a 1,312 m³, y a 1,233 m³ en 1998. Con proyecciones demográficas basadas en la tendencia actual, y sin mayores cambios en las prácticas del uso del agua, se estima que en 2025 se tendrían solamente 547 m³ por habitante al año.

Una cuestión que al parecer pronto se volverá de vida o muerte en la región, o al menos de viabilidad urbana, es el cambio climático. De acuerdo con un estudio de modelos climáticos de alta resolución llevado a cabo por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), el calor podría llegar a ser mortal en el Golfo Pérsico durante el presente siglo como resultado del cambio climático. La investigación revela lo que sucederá si las emisiones de GEI se mantienen iguales que en la actualidad, y en sentido contrario, que su disminución podría prevenir los efectos mortales de la temperatura.



En el estudio, publicado en la revista *Nature Climate Change* a finales de 2015, los investigadores se refieren al Golfo Pérsico como un punto donde los estragos del cambio climático serán más acentuados, y de no adoptarse medidas para contrarrestarlo pueden llegar a amenazar la habitabilidad humana en el futuro, incluso a la sombra y en espacios bien ventilados. En dicho análisis se plantea el denominado “umbral de supervivencia”, que corresponde a los 35 °C sin protección durante más de seis horas; al ser rebasado, el bienestar de las personas se ve ante una severa amenaza.

Aunque alcanzar temperaturas cercanas o mayores que eso no es raro hoy en día en diversas partes del mundo, los daños a la salud comienzan cuando dicha temperatura es sostenida. Lo que hace especialmente vulnerable a la región del Golfo Pérsico es una combinación de factores: poca altitud, cielos despejados, un cuerpo hídrico que propicia la absorción de humedad en el ambiente, y la poca profundidad del mar que llevan a una rápida elevación de temperatura, alta evaporación y mayor humedad. Las olas de calor más allá del umbral de supervivencia afectarían no sólo a los niños y adultos mayores, como es ya el caso en muchas ciudades del mundo, sino a la población en general.

Los modelos desarrollados por el MIT muestran que para la segunda mitad del presente siglo en grandes ciudades como Doha, Qatar, Abu Dhabi y Dubái en los Emiratos Árabes Unidos (EAU), así como Bandar Abbas en Irán podría excederse dicho umbral varias veces en un periodo de 30 años. Más aun, las condiciones climáticas que hasta el día de hoy se presentan cada 20 años, más o menos, llegarían a caracterizar todos los veranos en el futuro.

La amenaza climática descrita está en estrecha relación con la disponibilidad de agua, pues una mayor temperatura ocasiona mayor evaporación de las reservas, dificultades extras para lograr la desalinización y para el transporte del recurso. Así, en una región que de por sí se encuentra en constante presión hídrica, las consecuencias previstas del cambio climático exacerbarían los problemas de agua.

Alerta

De acuerdo con el Foro Mundial del Agua, la seguridad hídrica se entiende como el escenario en que toda persona tiene acceso al líquido de calidad suficiente y a un costo accesible para

► El agua en el mundo

La inminente
crisis hídrica en
el Golfo Pérsico

El agua extraída se utiliza casi de manera exclusiva en la agricultura. La poca seguridad alimentaria generada por el crecimiento demográfico acelerado llevó a los gobiernos a destinar grandes subsidios a la producción de alimentos, que no han sido exitosos y han resultado en el agotamiento de acuíferos y mantos freáticos. Tales subsidios también han probado ser desastrosos para las economías regionales.

poder llevar una vida saludable y productiva, al mismo tiempo que se garantiza la protección y la mejora del medio ambiente.


Por lo menos desde 2011 se tiene información muy puntual sobre la crisis del agua que se veía venir en los países árabes del Golfo Pérsico. En ese año, la agencia Muftah publicó un completo informe sobre los datos con que se contaba al respecto. A continuación se presenta un breve resumen de dicho informe.

Conforme la población crece y el desarrollo económico se dispara en la región, se plantea de manera un tanto sorprendente que las políticas de gobierno basadas en invertir ingresos por exportaciones de hidrocarburos en plantas desalinizadoras, mientras al mismo tiempo se destina más capital para subsidiar el sector agrícola y programas de desalinización doméstica, pueden agravar la crisis hídrica.

En diciembre de 2010, en la Cumbre Anual del Consejo para la Cooperación en el Golfo (CCG), se observaron por primera vez muestras de toma de conciencia sobre esta cuestión. En la clausura del encuentro, el ministro de Asuntos Exteriores de EAU dijo que los estados miembros debían dar pasos serios y pronto hacia una estrategia extensiva sobre agua para el largo plazo. A esto se le llamó la Declaración de Abu Dhabi, con la que se puso en el escenario principal el asunto de la seguridad hídrica y la necesidad de adoptar acciones inmediatas en este ámbito.

El CCG está compuesto por Arabia Saudita, Kuwait, Bahréin, EAU, Omán y Qatar, seis de los países más áridos del mundo. La región está desprovista de ríos y lagos y, con excepción de algunas áreas en el suroeste de Arabia Saudita y el sur de Omán, tiene una pluviosidad promedio de 70 a 130 mm al año.





O-tek es una empresa que produce tubería **PRFV** (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio) de grandes diámetros, que se utiliza en acueductos, alcantarillados, centrales hidroeléctricas, proyectos de riego y aplicaciones industriales.

OFICINA CD. MX.

Homero No. 1933, Piso 8,
Depto 803, Col. Los Morales,
C.P. 11510, México, D.F.
Tel. +52 (55) 55 57 85 44

PLANTA AGUASCALIENTES

Carretera Aguascalientes-Zacatecas
Km 17.5, Int. 2,
Parque Industrial San Francisco,
C.P. 20304
San Francisco de los Romo, Ags.
Tel. +52(449) 139 39 60

www.o-tek.com

Planta de Bombeo Caracol
CONAGUA
Ecatepec, Estado de México
Dn3000mm



► El agua en el mundo

La inminente crisis hídrica en el Golfo Pérsico

Tabla 1. Prospectiva de disponibilidad de agua en 2035 para algunos de los países más áridos

País	Población en 2010 (millones)	Población proyectada a 2035 (millones)	Disponibilidad de agua per cápita (m ³ /hab/año)
EAU	7.512	11.042	13.6
Qatar	1.759	2.451	21.6
Arabia Saudita	27.448	40.444	59.3
Bahréin	1.262	1.711	67.8
Yemen	24.053	46.196	88.8
Kuwait	2.737	4.328	4.6

Fuente: studies.aljazeera.net

La mayor parte del suministro de agua proviene de reservas freáticas o acuíferos superficiales o profundos, de donde se extraen volúmenes a un ritmo mucho mayor que el de su tasa de recuperación natural (en 2007 el volumen total extraído en los seis países fue de 19.5 millones de metros cúbicos, contra una tasa de recarga anual de 4.8 millones de metros cúbicos).

El agua extraída se utiliza casi de manera exclusiva en la agricultura. La poca seguridad alimentaria generada por el crecimiento demográfico acelerado llevó a los gobiernos a destinar grandes subsidios a la producción de alimentos, que no han sido exitosos y han resultado en el agotamiento de acuíferos y mantos freáticos. Tales subsidios también han probado ser desastrosos para las economías regionales; la agricultura consume entre 80 y 90% del agua dulce pero contribuye solamente con el 2.3% del PIB regional. Así, en años recientes los gobiernos han comenzado a advertir la insostenibilidad de esta estrategia.

Por su parte, los subsidios para desalinización de agua marina en el ámbito doméstico han ocasionado los niveles más altos de consumo per cápita en el mundo. En EAU el consumo promedio por habitante era de 550 litros al día en 2011 (contra un promedio mundial de 250 litros). Así, además de las medidas para un manejo sostenible de las fuentes, se hacía necesario concienciar a la población con respecto al buen uso y la aplicación de instalaciones ahorradoras, políticas para castigar el uso excesivo mediante tarifas más altas, etcétera.

Los planes para lograr la seguridad hídrica se enfocaban hasta entonces en construir mayor infraestructura de desalinización, pero también se comenzaba a ver esta tendencia no sólo como improductiva sino también riesgosa, puesto que la falla de plantas desalinizadoras por inestabilidad política o posibles eventos meteorológicos son amenazas latentes en los países del CCG. Ante esta circunstancia, Abu Dhabi anunciaba que como alternativa construiría una reserva subterránea artificial para

almacenar agua desalinizada y usarla en caso de emergencia. La construcción de esa reserva comenzó en 2011.

Se aceptó el hecho de que los países del CCG necesitaban una estrategia más amplia en pos de la seguridad hídrica que no se apoyara sólo en los ingresos por la exportación de energéticos, pues esto se decantaba, según la experiencia, en soluciones para el corto plazo. Se consideró que crear conciencia en la sociedad, aunque puede no rendir frutos de forma inmediata, es una medida adecuada.

Con respecto a proyectos de infraestructura requeridos, se veía en las inversiones para el reúso de agua en irrigación y aplicaciones urbanas una gran oportunidad para reducir la demanda de agua desalinizada. En este sentido, era Kuwait una de las naciones más avanzadas, al tener planteado el propósito de reciclar el 100% de sus aguas residuales antes de que terminara 2011.

Se llevaba a cabo también investigación para el uso de energías renovables, e incluso nuclear, para la desalinización sustentable en el largo plazo. Otras soluciones no convencionales eran la construcción de presas para capturar agua de lluvia y con ella recargar el acuífero, complementada con la siembra de nubes para obtener una mayor precipitación.

Desde luego, se preveía también cierta oposición de la sociedad, al exigírsele cambiar sus hábitos; sin embargo, se esperaba poder hacer ver los mayores beneficios para mantener en el futuro el nivel de desarrollo y crecimiento que había caracterizado a la región durante décadas.

Cuatro años después

En 2015, el Centro de Estudios de Al-Jazeera publicó el documento "Seguridad hídrica en la región del Golfo", donde se actualizan los retos y estrategias en curso o recomendadas para los países del CCG. En el texto se habla de una escala cuantitativa



compuesta por dos niveles: el de pobreza hídrica, en que se tienen menos de 1,000 m³ de agua al año por cada habitante, y déficit hídrico, que describe un caso repentino de demanda de agua que supera las fuentes disponibles y renovables en un sistema que solía estar balanceado, lo que lleva a un déficit aparente del recurso.

Para el mejor análisis de alternativas, en el documento se enlistan las fuentes principales de agua en la región del Golfo Pérsico y se describe su manejo a grandes rasgos.

Las fuentes primarias son el agua de lluvia y los estuarios temporales. La primera es muy poca, y sin embargo es la principal fuente de recarga para muchas de las cuencas subterráneas, de las cuales alrededor de 85% se encuentra en áreas extremadamente áridas y su agua es demasiado salobre para usarla en la agricultura. Por su parte, los estuarios solamente fluyen por periodos breves del año y duran desde unas cuantas horas hasta algunos meses; en ciertos casos sólo se presentan una vez cada tantos años.

Con respecto a las fuentes subterráneas, la calidad del agua varía de una reserva a otra. La mayoría de ellas se concentran en Arabia Saudita y son muy antiguas; no se tiene información completa sobre su surgimiento, caracterización y el sistema al que pertenecen, y los programas para preservarlas mediante recarga deben ser diseñados de manera que se permita la extracción cuando es requerida. Para ello se necesitan registros

precisos, seguimiento y evaluaciones. Desafortunadamente, la extracción de agua subterránea es por lo menos tres veces más rápida que su ritmo de recuperación natural.

En Bahréin, Kuwait, Qatar y Arabia Saudita la principal fuente son las reservas subterráneas, mientras que en Omán y EAU lo es el agua superficial.

Con respecto a fuentes no convencionales, para 2014 en los países del CCG se llevaba a cabo 70% de la desalinización en escala mundial. La dependencia de la desalinización mantenía

Los subsidios para desalinización de agua marina en el ámbito doméstico han ocasionado los niveles más altos de consumo per cápita en el mundo. En EAU el consumo promedio por habitante era de 550 litros al día en 2011 (contra un promedio mundial de 250 litros). Así, además de las medidas para un manejo sostenible de las fuentes, se hacía necesario concienciar a la población con respecto al buen uso y la aplicación de instalaciones ahorradoras, políticas para castigar el uso excesivo mediante tarifas más altas, etcétera.

► El agua en el mundo

La inminente
crisis hídrica en
el Golfo Pérsico

Los países del Consejo para la Cooperación en el Golfo Pérsico están conscientes de los tres principales tipos de problemas a enfrentar, de acuerdo con la mayoría de los informes internacionales: los debidos al desperdicio extremo de reservas; problemas que son bien conocidos pero para los cuales no hay soluciones económicas eficientes de momento; y problemas resultantes de la demanda excesiva de agua y que están siendo estudiados y analizados mediante políticas gubernamentales y estrategias de inversión.

los presupuestos de esas naciones bajo fuerte presión y causaba daños irreparables a los ecosistemas locales y regional; a pesar del tamaño de esta actividad, en 2015 al menos 13 países árabes caían en la categoría de pobreza hídrica, y en los países del golfo, la disponibilidad media por habitante era de 500 m³ anuales. Con base en esta y otra información, la Organización Educacional, Cultural y Científica de la Liga Árabe junto con el Centro Árabe de Estudios sobre Zonas Áridas y Secas predicen déficits severos en los seis países para 2030, y que todos se encontrarán en el nivel de pobreza hídrica.

Políticas de seguridad hídrica

Los países del CCG están conscientes de los tres principales tipos de problemas a enfrentar, de acuerdo con la mayoría de los informes internacionales: los debidos al desperdicio extremo de reservas; problemas que son bien conocidos pero para los cuales no hay soluciones económicas eficientes de momento; y problemas resultantes de la demanda excesiva de agua y que están siendo estudiados y analizados mediante políticas gubernamentales y estrategias de inversión.

Las políticas hídricas desde 2015 consideran las previsiones más crudas, como la que se muestra en la tabla 1. Cuatro de los países miembros del CCG (Kuwait, EAU, Qatar y Arabia Saudita) se encuentran entre los más vulnerables a estrés hídrico en el mundo.

Se han llegado a plantear diversas alternativas, algunas poco prácticas e incluso que rayan en lo inviable, por ejemplo importación de agua a través de tuberías desde regiones apartadas con disponibilidad; técnicas modernas de siembra de nubes, y hasta el traslado de icebergs a áreas con escasez de agua, esta

última una idea intrincada, compleja y costosa que ha encontrado diversos frentes de oposición.

A su vez, el Banco Mundial ha recomendado estrategias más viables para la región:

- Inversiones agrícolas en países externos con alta disponibilidad, tales como Sudán, Filipinas, Etiopía, Uganda y Turquía, lo que algunos países del CCG ya están haciendo.
- Inversión en proyectos de agricultura en tierras árabes con suministro de agua desde Turquía, en un marco de distribución de los ingresos.
- Acelerar el establecimiento de una estrategia para el desarrollo del manejo de fuentes que sea adoptada por los seis países.
- Desarrollar proyectos de interconectividad hídrica entre los países de la región siguiendo las pautas de proyectos existentes de energía eléctrica.
- Inversión en estudios científicos para mejorar las técnicas de desalinización.

Conclusión

Se habla de una crisis sin precedentes que se aproxima hacia la región del Golfo Pérsico, consecuencia del cambio climático. Como se expuso, los países que componen el Consejo para la Cooperación en el Golfo Pérsico han estado avanzando hacia un uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos desde hace años; aunque hay mucho por mejorar, no es exacto decir que hacen falta medidas correctivas, pues tales medidas son ya una realidad.

Cuando se habla de cambio climático en Occidente, se hace referencia a él como un fenómeno global que concierne a todos. Así debe hacerse también al abordarlo con respecto a los países de Oriente Medio, un buen número de ellos con una economía basada sobre todo en la exportación de hidrocarburos (fuente de energía no renovable). Esa actividad productiva tiene como principal motivador la demanda de otros países, no de la propia Península Arábiga; por tanto, debe hablarse de estrategias o cambios de tendencias en el ámbito global, no únicamente en la región del Golfo Pérsico ◀

Elaborado por Helios Comunicación con información de www.other-news.info, news.mit.edu y studies.aljazeera.net



Foto: COMEXIBCO

5-7 SEPTIEMBRE 2017

WTC • Ciudad de México

AQUATECH MEXICO



EL EVENTO LÍDER DE NEGOCIOS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA, POTABILIZACIÓN Y AGUAS RESIDUALES

MEJORAR LA OPERACIÓN Y EL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA.

¡SEA PARTE DE ESTE EVENTO
Y OBTENGA GRANDES OPORTUNIDADES DE
NEGOCIO EN EL MERCADO MEXICANO DEL AGUA!

Registro en línea sin costo

www.aquatechtrade.com

Mayores informes / Matilde Saldivar Uganda
+52 55 1087 1650 ext. 1135
msaldivar@ejkrause.com

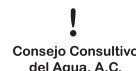
Organizado por:



Miembro de:



Organismos de apoyo:



Actualización profesional

Diagnóstico de los recursos hídricos en América Latina

Jürgen Mahlknecht y Ernesto Pastén Zapata (Coords.), ITESM y otros, 2013

Como en todo el mundo, el agua desempeña un papel primordial para la subsistencia y el desarrollo de los países latinoamericanos y caribeños. Es importante conocer el estado actual de este recurso en la región, que incluye cuerpos de agua, infraestructura hidráulica, demanda, disponibilidad, gestión y otras actividades. Tal información contribuye a la planeación y administración sostenible del recurso hídrico. Por lo tanto, la difusión de este conocimiento es esencial para el progreso de la región y del sector.

Esta obra se basa en un completo estudio del Centro del Agua para América Latina y el Caribe, que a comienzos de la presente década convocó a expertos en la materia de diferentes países de la región para realizar un diagnóstico general de la situación hídrica. Al mismo tiempo, a otro grupo de conocedores le fue encomendada la tarea de revisar la bibliografía disponible.



Fue así que se llevó a cabo un diagnóstico de 19 países con la intención de identificar los datos más relevantes sobre la cuestión hídrica, incluyendo una descripción general y un directorio de los actores principales del sector. Cada uno de los casos nacionales aquí expuestos se estructura en ocho secciones: introducción, descripción general, aguas superficiales, aguas subterráneas, calidad del agua y salud, usos del agua, gestión, e inversiones ◀

21 visiones de la COP 21

El Acuerdo de París: retos y áreas de oportunidad para su implementación en México

José Clemente Rueda Abad et al. (Coord.), Programa de Investigación en Cambio Climático UNAM, 2016

El Acuerdo de París se estableció el 12 de diciembre de 2015 y fue catalogado como un hecho histórico, porque con él se logró que los países congregados en la capital francesa aprobaran por unanimidad el paquete de medidas propuesto en torno al cambio climático y la sustentabilidad.



Pasada la euforia de unos y la decepción de otros, es necesario hacer una revisión para visualizar qué es lo que realmente hay en dicho documento. Para ello se requiere hacer una aproximación de carácter comparativo, a fin de identificar las diferencias entre el Acuerdo de París y sus predecesores.

Este libro es una compilación de 21 visiones sobre los retos que el acuerdo implica para la política nacional mexicana. Aunque los 21 capítulos fueron escritos durante el furor global del triunfo diplomático, ofrecen una perspectiva crítica y con neutralidad ideológica. El lector encontrará un universo heterogéneo de temas –de manera destacada la gestión integral del agua y su marco jurídico– y puntos de vista que le pueden ayudar a entender lo sucedido en la COP 21 y sus consecuencias para nuestro país ◀

Rainwater tank systems for urban water supply

Ashok K. Sharma et al. (Eds.), IWA Publishing, 2015

Los sistemas de captación pluvial con tanques han sido adoptados en muchas áreas rurales del mundo con el fin de proveer una fuente local segura y autosuficiente, como sustituto de la red hidráulica en usos que no requieren calidad potable. Al usar tales dispositivos se tiene la ventaja adicional de proveer un mejor control de inundaciones (esto último, por ejemplo, ha sido el caso en la República de Corea), o crear sistemas mixtos pluviales/hidráulicos, como en Alemania. Así, la cosecha de agua pluvial ha ido adquiriendo mayor importancia en entornos urbanos, favorecida por administradores que buscan alternativas descentralizadas para mejorar el suministro de redes saturadas, reducir el impacto del desarrollo urbano en el ambiente y aumentar la resiliencia ante el cambio climático.

La base de este libro es un programa de investigación que tuvo lugar en Queensland, Australia, en respuesta a una prolongada sequía. Se provee un análisis detallado del diseño, y mantenimiento, así como de la percepción social de la cosecha de agua pluvial en escala local. El libro es de particular interés para los profesionales que quieran abordar métodos poco convencionales y sostenibles para el suministro del recurso ◀



Aguas Residuales: Recurso en potencia

f aneasdemexico
@AneasdeMexico
aneasdemexicoac



PUEBLA
XXI CONVENCIÓN ANUAL Y EXPO

ANEAS
2017
27 NOV • 1 DIC

Conferencias Magistrales · Paneles de Discusión · Cursos y Talleres
Eventos Sociales · Competencias · Pláticas Técnicas · Exhibición Comercial



Parque hídrico en la CDMX

En la delegación Iztapalapa de la Ciudad de México se construye el parque hídrico La Quebradora, proyecto coordinado por el Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM, que se desarrollará como un espacio público recreativo y de convivencia.

Se pretende que la instalación ayude a resolver los problemas tanto de escasez de agua como de inundaciones en esa demarcación. Recibirá el agua pluvial de la sierra de Santa Catarina –que normalmente corre hasta la avenida Ermita Iztapalapa y zonas aledañas y genera inundaciones– y a la vez incrementará en 35% la cantidad del líquido que se infiltrará al subsuelo con mejor calidad.

El parque se ubicará en un predio de cuatro hectáreas que se encontraba abandonado en el cruce de Ermita y Avenida de Las Minas, en el oriente de la delegación. La inversión para construirlo es de 250 millones de pesos. Contará con centro cultural, teatro al aire libre, museo del agua, librería, cafetería, juegos infantiles, áreas para adultos mayores y aulas multiuso. Se espera que esté concluido a mediados de 2018 ◀

Quieren recurrir a castores para evitar inundaciones

Las autoridades de Lydbrook en Gloucestershire, Reino Unido, consideran reintroducir castores en la localidad para protegerla de inundaciones. En la primera mitad de 2017, los funcionarios de la Comisión Forestal local realizaron una extensa labor informativa sobre la viabilidad de llevar poblaciones de castores al bosque circundante para ayudar a detener el flujo de agua desde las laderas aledañas en la época de lluvias.

Se dice que los castores, además de construir presas con capacidad de retener hasta mil toneladas de agua, contribuyen a aumentar la biodiversidad en áreas boscosas.

El experto invitado para hacer esta labor informativa, Derek Gow, comentó que esta propuesta no es nueva, pero que durante años ha encontrado la oposición de la sociedad por temor a que los animales se conviertan en una plaga o afecten ciertas actividades locales. Aun así, se espera tener en esta ocasión el apoyo para poner a prueba la iniciativa ◀

Sólo 10 litros de agua para bañarse

David Armando Silva de Paz, estudiante del Colegio de Ciencias y Humanidades Sur de la UNAM, creó un sistema que permite utilizar tan sólo 10 litros de agua en la ducha en vez de 120 o 150. Su diseño fue presentado en la Feria de las Ciencias, la Tecnología y la Innovación de dicha institución educativa.

El sistema propuesto consta de un tanque de 12 litros de capacidad con una bomba de presión. El agua del tanque se calienta usando energía eléctrica durante 10 o 15 minutos; al cerrar la tapa, la bomba envía el agua por un tubo hasta una regadera, como en un dispositivo convencional ◀

Menor contaminación por metales pesados en Barcelona

A comienzos de 2017 un grupo de investigadores del Instituto de Ciencias del Mar del Consejo Superior de Investigaciones Científicas barcelonés informó los resultados de un largo análisis de contaminación por metales pesados entre la desembocadura del río Besòs y la playa La Barceloneta. Desde 1987 se han analizado los niveles de varios elementos químicos en sedimentos superficiales; en el primer año se encontraron concentraciones de mercurio hasta 490 veces superiores a las naturales; de plomo y cadmio, hasta 40 veces; y de zinc, cromo y cobre, hasta 17 veces.

Los niveles máximos de contaminantes se produjeron entre 1970 y 1980. Hasta los ochenta eran significativas las descargas de metales pesados de origen principalmente industrial, así como urbano, y se aprecia una disminución drástica de la contaminación a partir de la década de 1990.

Los investigadores atribuyen la mejora a la implantación de normas reguladoras y a la operación de las plantas depuradoras en la cuenca del río Besòs, que actualmente suman 24. Sin embargo, también creen que debe procurarse una disminución aun mayor y mantener la tendencia para garantizar la salud de la población ◀

Biogás como combustible de automóviles

En marzo del presente año se dio a conocer que las compañías SEAT y Aqualia buscan producir en colaboración combustible para la industria automotriz a partir del biogás que se obtiene del tratamiento de agua residual; los autos que se fabricarán con esta tecnología usarán el gas natural comprimido. Además de la menor contaminación, otra gran ventaja es que no estarán sujetos a restricciones de movilidad dirigidas a vehículos convencionales, por ejemplo las que ya se tienen en vigor en ciudades europeas como Madrid o París por la contaminación atmosférica.

La fabricación y utilización de este gas como combustible reduciría en 80% las emisiones de CO₂ al ambiente en comparación con los automóviles impulsados por gasolina ◀

Ahorro de agua en las industrias de alimentación y cosmética

Más de 2 mil empresas de la Comunidad Valenciana pertenecientes a los sectores de la alimentación y cosmético podrían reducir su consumo de agua con la aplicación de técnicas ecoeficientes en sus operaciones de limpieza y desinfección, para un ahorro de hasta 44%. Reciben el apoyo del proyecto interinstitucional EcoHigiene, que consta de dos estrategias.

La primera consiste en el desarrollo de tecnologías avanzadas de higienización y ecoeficientes; se motiva a las empresas a utilizar hielo líquido en sus procesos de producción. Así se ha obtenido un ahorro de agua de 33% en el proceso de limpieza en empresas del rubro de alimentación, y de 77% en empresas cosméticas.

La segunda estrategia se enfoca en la aplicación del diseño ecohigiénico de diversos equipos e instalaciones; los ahorros obtenidos en el consumo de agua han sido de 32% en equipos cerrados (bombas, válvulas, depósitos, etc.) y de 12% en equipos abiertos tales como cintas transportadoras ◀

Filtro de grafeno que desaliniza el agua

Un equipo de investigadores de la Universidad de Manchester en el Reino Unido creó un filtro a base de grafeno para separar la sal del agua de mar y hacerla bebible de manera prácticamente instantánea. Publicado en la revista científica *Nature Nanotechnology*, el estudio brinda una respuesta a algunos de los retos en el uso del derivado químico conocido como óxido de grafeno, un material aislado y caracterizado hace poco más de una década. Este material inusual tiene una extraordinaria resistencia a la tensión y gran conductividad eléctrica. Las desventajas son la dificultad y alto costo de su producción. En cambio, el compuesto óxido de grafeno puede ser producido en laboratorio de manera relativamente simple; además, no requiere un tratamiento adicional para hacer con él una capa porosa. Ya se había intentado usarlo como filtro para desalinizar agua, pero el nuevo estudio prueba que al poner paredes de resina epóxica en cada lado de la membrana de óxido de grafeno se evita su expansión y con ello se conserva su capacidad filtrante incluso ante las pequeñas partículas de sal del agua marina ◀

Laboratorio del agua

En diciembre de este 2017 se inaugurará el Laboratorio Nacional de Ciencia, Tecnología y Gestión Integrada del Agua en el que se propondrán y pondrán en marcha soluciones a problemáticas relacionadas con este recurso. Estará ubicado en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del IPN, organismo que se encargará de su operación en colaboración con la Universidad Juárez del Estado de Durango y la Universidad del Centro de México.

Al quedar establecido el laboratorio, buscará la participación de otras instituciones, desarrollar recursos humanos especializados, tener una participación importante en el desarrollo de normas relacionadas con el agua y, en el transcurso de algunos años, ser autosostenible, al hacer trabajo de consultoría y llevar a cabo proyectos diversos ◀

Calendario

**27 de agosto-
1° de septiembre de 2017**

World Water Week

Estocolmo, Suecia
Instituto Internacional del Agua
de Estocolmo
www.worldwaterweek.org

**Septiembre de 2017
5-7**

AquaTech México

Ciudad de México
RAI Ámsterdam y otros
www.aquatechtrade.com/es/mexico

**Septiembre de 2017
18-29**

Summer School: Integrating ecosystems in coastal engineering practice

Puerto Morelos, México
Technische Universität Braunschweig,
II UNAM y otros
[www.iingen.unam.mx/es-mx/difusion/
Documents/INECEP.pdf](http://www.iingen.unam.mx/es-mx/difusion/Documents/INECEP.pdf)

**Septiembre de 2017
27-29**

VIII Encuentro Latinoamericano de Gestión Comunitaria del Agua

Oaxtepec, México
Confederación Latinoamericana
de Organizaciones Comunitarias de
Servicios de Agua y Saneamiento
y otros
www.clocsas.org

**30 de septiembre-
4 de octubre de 2017**

Weftech. The water quality event

Chicago, EUA
Water Environment Federation
weftec.org

**Octubre de 2017
8-14**

23 Congreso ICID y 68 Reunión Internacional del Consejo

Ciudad de México
Comisión Internacional de Irrigación
y Drenaje
www.icid2017.org

**Octubre de 2017
9-13**

XI Congreso Nacional de Aguas Subterráneas

Puebla, México
Asociación Geohidrológica Mexicana
www.aghm.org

**Octubre de 2017
15-20**

IDA World Congress 2017

São Paulo, Brasil
International Desalination Association
wc.idadesal.org

**Octubre de 2017
16-18**

XVII Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica

Ciudad de México
Asociación Latino-Iberoamericana
de Gestión Tecnológica, UAM
y otros
altec2017.org

**Noviembre de 2017
28-30**

3er Congreso Nacional de Riego y Drenaje

Puebla, México
Consejo Mexicano de Ingenieros
en Irrigación y Asociación Nacional
de Empresas de Agua y Saneamiento
www.comeii.com

XI Congreso Nacional de Aguas Subterráneas “El agua subterránea en México: estado actual, retos y desafíos futuros”

Este congreso se dividirá en dos cursos preparatorios, nueve foros y numerosas ponencias.

Los cursos son “Energía geotérmica en México” y “Recarga de acuíferos”, a desarrollarse los días 9 y 10 de octubre a cargo de expertos de cada tema. Entre las cuestiones por abordar en los foros están la problemática del abastecimiento de agua en grandes ciudades, hidrogeoquímica y acuíferos cársticos.

Las ponencias se agruparán temáticamente en hidrogeofísica, perforación, investigación, sistemas de información geográfica, medio ambiente, y gestión, normatividad y legislación.

Asimismo, se contará con un tianguis hidrogeológico donde los asistentes podrán ofrecer sus servicios profesionales empresariales, de consultoría o investigación; sesiones de carteles y la Expo Agua sobre herramientas y tecnologías.

Algunas de las instituciones invitadas son la Conagua, organismos operadores de agua estatales, la CFE y Pemex, así como instituciones educativas y empresariales, todos los cuales enriquecerán el flujo de conocimiento.

Se aceptan propuestas de ponencias hasta el 30 de agosto de 2017.



9-13 de octubre de 2017

Puebla, México

www.aghm.org

Contacto: agm_ac@aghm.org



Hay instrumentos
que son invaluableles.

cmic CÁMARA MEXICANA DE LA
INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

REVISTA MEXICANA DE LA

CONSTRUCCIÓN



DISTRIBUCIÓN NACIONAL

La *Revista Mexicana de la Construcción* distribuye **ejemplares personalizados** a los socios de la CMIC en sus 43 delegaciones, y en general a **empresarios** de la industria de la construcción y a **funcionarios públicos** del área, **tomadores de decisiones**, académicos y autoridades de cámaras, asociaciones y colegios de profesionales de todas las áreas relacionadas con el sector.

TEMÁTICA

Economía, finanzas, asuntos legales y hacendarios, políticas públicas, **desarrollo**, prospectiva, **planificación estratégica**, gerencia de proyectos, desarrollo tecnológico, entre otros temas de interés para los **profesionales del sector**.

50% de descuento
sobre **tarifas de 2017**

al contratar seis ediciones:
629, 630, 631, 632, 633 y 634
para quienes contraten
antes del **7 de agosto de 2017**.

Además, un diseño de anuncio **sin costo**.

construccion@heliosmx.org

+ 52 (55) 55 13 17 25



Publicación oficial de la Cámara Mexicana
de la Industria de la Construcción



Arte/Cultura

Exposiciones Cartografías líquidas

Se propone una lectura transversal en torno a los postulados del recientemente fallecido Zygmunt Bauman, quien planteó que después de las certezas “sólidas” iniciales de la modernidad, ésta se ha vuelto “líquida”, por su carácter obsesivo y compulsivo resultado del cual ninguna dinámica de la vida social puede mantener su forma durante un tiempo prolongado. Este principio se expone a través del trabajo de 12 artistas mexicanos y españoles, con lo que al mismo tiempo se conmemoran los 40 años del restablecimiento de relaciones diplomáticas entre ambos países.

La metodología que siguen los creadores es establecer correspondencias entre el trabajo de un artista español y el de uno mexicano, con el fin de poner en diálogo ambos contextos geográficos y culturales.

Exposición coproducida por el Instituto Nacional de Bellas Artes, el Museo de Arte Carrillo Gil y Artium Centro-Museo Vasco de Arte Contemporáneo, entre otras instituciones ◀



Museo de Arte Carrillo Gil
Avenida Revolución 1608, col. San Ángel,
del. Álvaro Obregón, Ciudad de México
Martes a domingo de 10 a 18 h
Hasta el 17 de septiembre de 2017

Teatro Herodes hoy

Se cuenta que, para asegurar su poder político, Herodes mandó matar a niños inocentes. Pero en cada país, en cada conflicto bélico, Herodes vive. Late. No es un mito bíblico. Es un genocida concreto y actual. Mata cada día por acción u omisión. Esta pieza es una reflexión y una denuncia sobre los asesinatos que ocurren en el mundo.

El cuchillo se vuelve un elemento fundamental de la puesta en escena, y se ofrece a los espectadores que deseen comprobar su filo. La acción se desarrolla en la noche previa a la ejecución ordenada por



el gobernante de Judea. Se pondrá a prueba su propia identidad, así como la latente ambigüedad de la justicia. De esta manera se reflexiona sobre la ambición humana, los vicios de la justicia y de los gobernantes a través de la figura masculina tiránica y soberbia ◀

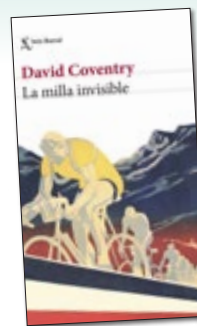
Centro Cultural Helénico
Avenida Revolución 1500,
col. Guadalupe Inn, del. Álvaro
Obregón, Ciudad de México
Martes, 20:30 h
Hasta el 8 de agosto de 2017

De la biblioteca La milla invisible

David Coventry,
Seix Barral, 2017

Basada en una historia real, *La milla invisible* narra la odisea del primer equipo de habla inglesa en participar en el Tour de France: cinco ciclistas de Australia y Nueva Zelanda, en 1928. Eran valientes, superados en número y con pocos recursos, y consiguieron ganarse el corazón de la nación francesa.

Escrita con voz poética y visceral, la novela describe cómo fue participar en aquella carrera (el caos, el peligro, las rivalidades), las distancias extraordinarias en las que los participantes fueron puestos a prueba y las formas en que esquivaron el sufrimiento, a veces mediante



la camaradería; otras, gracias a conquistas sexuales, y otras más valiéndose de la bebida y las drogas.

Una prueba de resistencia se convierte para uno de ellos (el narrador) en un viaje psicológico

al pasado, a su tragedia familiar y al recuerdo de la Primera Guerra Mundial.

La milla invisible obtuvo el premio Hubert Church al mejor debut de ficción, el galardón más importante de las letras neozelandesas ◀

David Coventry (Wellington, 1969)
Antes de dedicarse a la literatura trabajó como ingeniero de sonido y documentalista. En 2001 se graduó en Literatura inglesa, y en 2010 obtuvo la maestría en Escritura creativa en la Universidad de Victoria.

Servicio más eficiente y sustentable



Reformas legales

- Programa de largo plazo de cumplimiento obligatorio por ley
- Indicadores sociales e institucionales con informes públicos anuales certificados por un ente externo
- Descentralización del Sacmex para fortalecer su capacidad técnica, administrativa y financiera



Eficiencia comercial

- Instalación de medidores
- Nuevo sistema informático



Tratamiento y reúso

- Dos plantas de tratamiento nuevas
- Cinco plantas de tratamiento por rehabilitar



Agua potable

- Telemetría y control
 - Pozos
 - Tanques
 - Redes primarias
 - Válvulas primarias
 - Compuertas de trifurcaciones
- Rescate del agua y eliminación de fugas
 - Sectorización
 - Renovación de tuberías y tomas
 - Control de presiones
- Potabilización
 - 22 plantas potabilizadoras nuevas
 - Siete plantas potabilizadoras por rehabilitar
- Nueva fuente (trabajo con Conagua)
 - Fuentes externas
 - Acuífero profundo



Drenaje

- Reposición de colectores dañados
 - Reparaciones con manga
 - Reparaciones convencionales
- Reposición de redes de atarjeas

Con una inversión estimada de **10 mil millones de pesos**, en 2018 el gobierno de la Ciudad de México se propone suministrar el **100%** de agua potable a todos los habitantes del Distrito Federal. Se construirán **22** plantas potabilizadoras, se rehabilitarán **7** y se instalarán **3,115 km** de tuberías para eliminar fugas, entre otras obras.



GPR

Radar de penetración de suelos

El GPR (*Ground Penetrating Radar*) es una herramienta de exploración del subsuelo que permite realizar diversos estudios con aplicación en mapeo y detección. Nos especializamos en estructuras hidráulicas.



Detección de tomas clandestinas

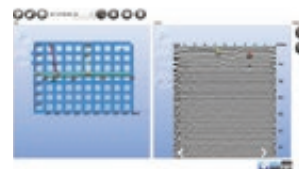
Cali, Colombia

Estudio: Localización de tuberías de agua potable no registradas.

GPR: Opera Duo,
250 MHz–700 MHz.
Rango máximo 8 m.



Empresa productora de hielo.
Consumo mensual teórico de agua: 117 m³.



Software de localización de redes mediante GPR.



Localización de la toma clandestina señalada en color rojo.

Actualización de catastro

Piedras Negras, Coahuila

Estudio: Localización de infraestructura subterránea.

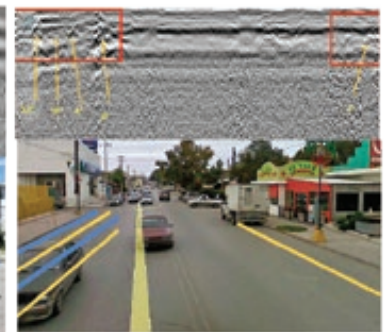
GPR: Opera Duo,
250 MHz–700 MHz.
Rango máximo 8 m.



Piedras Negras, sitios de inspección.



Análisis de datos encontrados y ubicación en mapa.



Identificación de estructuras y accesorios hidráulicos

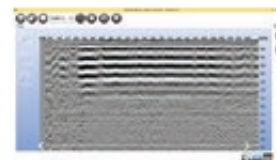
Texcoco, México

Estudio: Identificación de tuberías, tapas de cajas de válvulas, accesorios, tanques enterrados.

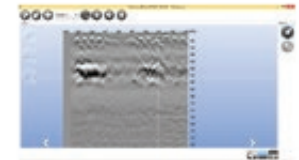
GPR: Hi-Mod,
200 MHz–600 MHz.
Rango máximo 12 m.



Autopista México–Texcoco.



Análisis de datos, las líneas muestran un tanque de almacenamiento enterrado.



Identificación de tapas azolvadas mediante Hi-Mod.

www.tecnoevoluciones.com
ventas@tecnoevoluciones.com
 +52 (55) 5544 4717 / 5544 6043