

# TESORO LÍQUIDO

75 millones de mexicanos dependen del agua subterránea

## CONTAMINACIÓN POR LIXIVIADOS

El agua subterránea puede contaminarse también con lixiviados, líquidos con una gran concentración de contaminantes, formados cuando el agua de lluvia se filtra a través de los rellenos sanitarios



# Peligran acuíferos en Guanajuato

Investigadores del Centro de Geociencias proponen medidas para evitar que se agoten y contaminen

Como tantas otras reservas planetarias, las de agua dulce subterránea se están agotando y no son renovables... Por eso, la UNAM ha desarrollado en Guanajuato varios estudios para impulsar una serie de estrategias que permitan la integración de una mayor conciencia social y, por ende, la conservación de ese importantísimo recurso natural en dicho estado.

Los estudios se iniciaron en 1998, mediante distintos convenios con los Consejos Regionales para el Desarrollo del Norte, Noreste y Suroeste de Guanajuato, organismos consultores de la Secretaría de Desarrollo Social y Humano del gobierno estatal, en tres regiones ubicadas dentro de la Cuenca Lerma-Chapala, con el fin de identificar los tipos de acuíferos, su continuidad, su geometría (extensión superficial y profundidad), su origen y la edad de sus aguas, sus zonas de recarga y descarga, la calidad química de aquéllas para diversos usos y el tipo de roca por la que circulan.

“La evaluación de los estudios concluyó en 2005 y los resultados

## Marcos Adrián Ortega Guerrero

Ingeniero Geólogo por la UNAM, y maestro y doctor en Ciencias por la Universidad de Waterloo, en Ontario, Canadá, es el responsable del Laboratorio Móvil de Rastreo de Contaminantes en el Subsuelo, del Centro de Geociencias.



Sus líneas de investigación tienen que ver con el comportamiento de contaminantes en el agua subterránea; la caracterización de acuíferos contaminados, y los métodos físicos de control de la contaminación en el subsuelo, entre otros temas.

### MÁS INFORMACIÓN:

**Teléfono:** (442) 238-1104, extensión 113  
**Correos electrónicos:** maog@servidor.unam.mx y maog@geociencias.unam.mx

### Aguas antiquísimas

La geometría del Acuífero de la Independencia presenta espesores que van de los 50 a los 450 metros en su parte media, y debajo de este acuífero, en rocas volcánicas fracturadas, existe otro que las autoridades consideraban una barrera impermeable o sin agua, y que desempeña un papel de primer orden en la calidad del agua subterránea.

“Es evidente que algunas zonas del acuífero, con un espesor reducido, se están quedando sin agua y otras muchas correrán la misma suerte en poco tiempo —señala el investigador—. Por otro lado, se encontró que el origen del agua es meteórico (proviene del agua de lluvia) y que, de acuerdo con la edad del agua subterránea que actualmente se utiliza, ésta ingresó en el acuífero hace varios miles de años; o sea, el agua joven de años recientes ya se agotó y la que se está extrayendo ahora tiene, según los análisis hechos con carbono 13 y 14, entre 5 mil y 35 mil años de antigüedad. Esto implica que el agua subterránea en la región ya no es un recurso renovable a escala humana, que los métodos de balance para calcular su disponibilidad no se aplican y que el déficit en los acuíferos de esta porción de la Cuenca Lerma-Chapala es de 100% y no del 40%, como lo manejan las autoridades. De aquí se desprende la necesidad de un cambio radical en las políticas de uso, conservación y administración de este valioso recurso.”

- 94%** del agua terrestre se encuentra en océanos y mares
- 4%** en acuíferos
- 2%** en los polos y glaciares (congelada)
- Menos de 0.01%** en ríos, lagos y arroyos, así como en la atmósfera y en los seres vivos

### Elementos químicos nocivos

En los estudios del Centro de Geociencias se evaluó la calidad del agua en más de 400 sitios de la Cuenca Lerma-Chapala y por primera vez se analizaron más de 70 elementos químicos, en lugar de los 10 ó 15 que se analizan en los estudios tradicionales.

Se hallaron altas concentraciones de elementos nocivos para la salud, como flúor y arsénico, así como aluminio, magnesio, selenio, plomo, sodio y hierro.

“En cuanto al uso del agua en la agricultura, se encontró un exceso de sodio, que afecta tanto la fertilidad del suelo como los procesos de fotosíntesis y el movimiento de nutrientes en las plantas. Cerca de 15% de las tierras agrícolas están afectadas por este proceso (en casos severos, el suelo se vuelve improductivo) y estudios recientes muestran que contenidos altos de flúor, arsénico y sodio se están incrementando de manera alarmante y progresiva; por cierto, este problema ya se había detectado en los estados de Zacatecas, San Luis Potosí y Querétaro”, dice Ortega Guerrero.

### Programa de divulgación

Apartir de esto se generó material didáctico y se impartieron diplomados en 2000 y 2002 para transferir todos los resultados del estudio de los acuíferos de la Independencia y del Bajío región suroeste a diversos sectores sociales y de toma de decisiones, así como al público en general.

Asimismo, estos resultados contribuyeron para que, en abril de 2006, el Senado de la República presentara y aprobara por unanimidad una iniciativa de reforma del párrafo cuarto del artículo 28 constitucional, y para que se reformaran y adicionaran diversas

disposiciones de la Ley de Aguas Nacionales (también fueron de utilidad para que, un mes antes, el mismo Senado rechazara la tendencia de la globalización de convertir el agua en mercancía —IV Foro Mundial del Agua— y propusiera 10 puntos fundamentales para su cuidado y conservación como bien común).

### Propuestas

La disponibilidad de agua superficial en México es muy limitada, pues más de 60% del territorio nacional es árido y semiárido (zonas centro y norte). De ahí que aproximadamente 75 millones de mexicanos dependan del agua subterránea para consumo doméstico, riego agrícola, consumo animal y uso industrial.

“Ahorra bien —puntualiza el especialista—, el conocimiento y la cultura del agua se ha limitado a eslóganes como ‘cierra la llave’, ‘no la desperdicies’, etcétera; sin embargo, no se ha considerado una educación integral que aborde, por ejemplo, los procesos naturales relacionados con su origen, edad, comportamiento físico-químico-biológico, disponibilidad y calidad. Además, es esencial que la Constitución y las leyes de Aguas Nacionales y Estatales incluyan conceptos de manejo adecuado y conservación.”

En sus estudios, el Centro de Geociencias propone, entre otras cosas, entender las causas, la gravedad y las consecuencias de una mala administración del agua y otros recursos; evitar que aumente y se transmita el problema del agua a las generaciones futuras; trascender los errores y los viejos vicios de operación y corrupción que han llevado a la situación actual; promover el adecuado manejo del agua y su conservación, tanto en cantidad como en calidad, y actuar por medio de soluciones simples y sencillas, no costosas y, sobre todo, aplicables a las condiciones culturales, sociales y económicas de una región en particular.

“Estos estudios nos permitieron romper con varios paradigmas y proponer nuevos criterios para usar, evaluar, conservar y gestionar el agua subterránea en Guanajuato y en la Cuenca Lerma-Chapala.

De igual manera, sus resultados han sido de gran utilidad para la orientación y la discusión legislativa, y para el planteamiento de cambios en la Constitución y, progresivamente, en las leyes de Aguas Nacionales y Estatales”, finaliza Ortega Guerrero. (Josefina Rodríguez Rivera)

## Tres tipos

El agua subterránea se mueve y almacena en grandes contenedores geológicos denominados acuíferos (no mantos acuíferos, como tradicionalmente se les dice). En condiciones naturales, esta agua se encuentra a partir de los primeros metros del subsuelo; cuando ha sido sometida a una extracción excesiva, puede llegar a encontrarse a cientos de metros de profundidad.

Existen tres tipos de acuíferos que dependen de la evolución geológica de una determinada región: acuíferos granulares, acuíferos en rocas fracturadas y acuíferos en medios cársticos.

En los primeros, el agua se mueve a través de los poros (espacios muy pequeños) que dejan las partículas de grava y arena; en los segundos, el agua se mueve a través de los espacios que hay entre las fracturas o discontinuidades de las rocas, y en los terceros, el agua disuelve rocas calizas, lo que da pie a la formación de unas estructuras geológicas típicas llamadas carst (o karst, en alemán, ‘meseta de piedra caliza’), capaces de almacenar grandes cantidades de agua, como los cenotes y los ríos subterráneos de la península de Yucatán.



**CALIZA** Roca disuelta por el agua

## Flúorosis dental

Investigaciones independientes realizadas por organismos no gubernamentales detectaron cerca de 3 mil casos de flúorosis dental (hipomineralización del esmalte dental por aumento de la porosidad) en las regiones norte y noreste del estado de Guanajuato, así como cerca de 5 mil casos en la región suroeste.