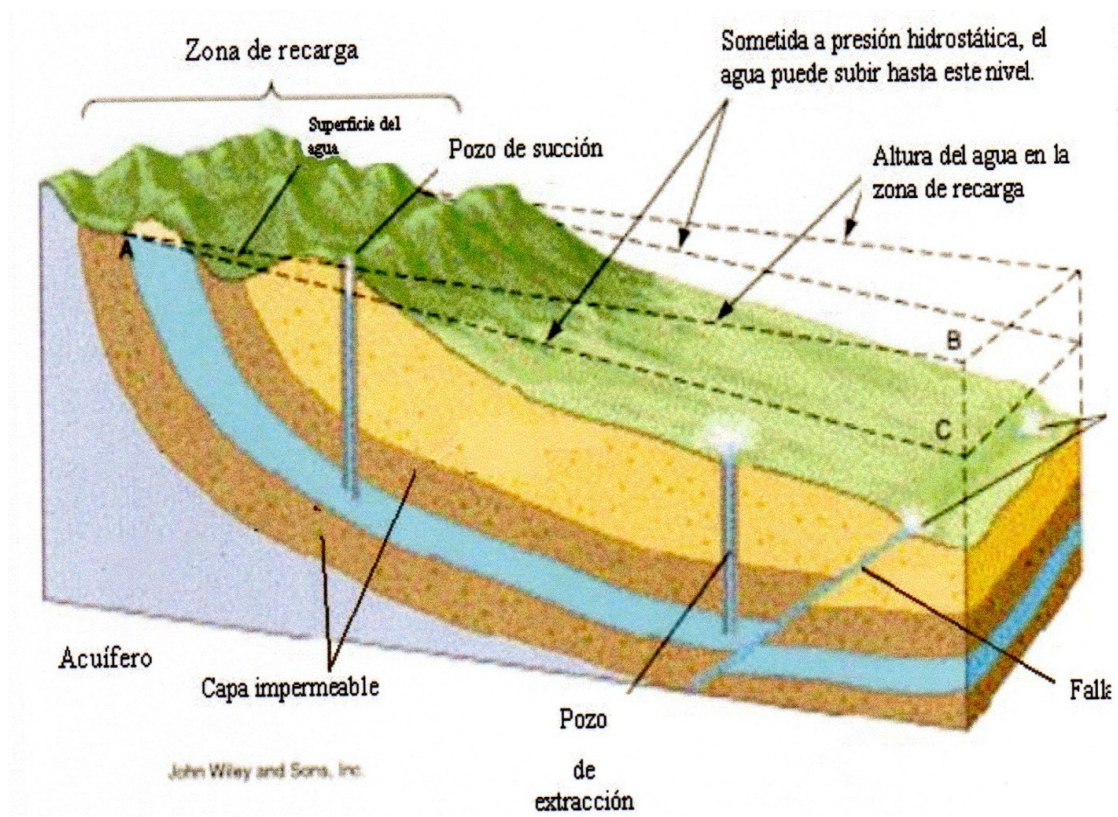


## ¿Son los acuíferos la solución?

*Edmundo Fayanas Escuer*  
Rebelión

El agua subterránea es una parte integral del ciclo del agua. Este empieza con la precipitación sobre la superficie. Los escurrimientos de la lluvia van directamente a los lagos y arroyos. Parte del agua que se filtra en la tierra es usada por las plantas para la transpiración. El agua restante, llamada de recarga, es llevada a través del suelo a la zona saturada, donde llena todos los espacios del suelo y de las rocas.



### *Corte transversal de un acuífero*

La zona más próxima es la capa o manto freático, siendo el nivel donde se mantiene en el pozo. El agua se mueve dentro de la zona saturada desde áreas donde la capa es alta hacia zonas donde esta baja, por lo que el agua subterránea se transforma en lagos, arroyos u océanos. Ésta sale del subsuelo y forma el agua superficial. Cuando ésta se evapora a la atmósfera y se condensa, viene la precipitación, completando así el ciclo integral del agua.

Los acuíferos se presentan en dos tipos de formaciones geológicas. Las formaciones consolidadas son aquellas compuestas por rocas sólidas, donde las aguas subterráneas se encuentran en las grietas que estas poseen. La cantidad de agua de una formación consolidada depende de la cantidad de grietas que existen y del tamaño de éstas.

Las formaciones no consolidadas están compuestas de arena, grava, piedra, tierra suelta o material de suelo. La cantidad de agua subterránea en una formación consolidada varía en función de la compactación del material sólido y de la finura de sus granos. .

El agua subterránea sale espontáneamente formando manantiales o puede ser extraída a través de un pozo. Usualmente se mueve mucho más lentamente que el agua superficial.

Los intercambios entre depósitos de agua superficial y los acuíferos son importantes. Los ríos usualmente empiezan como pequeños arroyos y aumentan el caudal a medida que fluyen hacia el mar. Las aguas que ellos ganan frecuentemente provienen de las aguas subterráneas.

Los acuíferos son rellenados o recargados por agua corriente de pérdidas. Un arroyo que fluye cerca de la superficie de un acuífero pierde agua hacia él, si la superficie del arroyo es más alta que la capa del acuífero en la tierra adyacente.



Los acuíferos sirven como conductos de transmisión y como depósito de almacenamiento. Como conductos de transmisión, transportan el agua subterránea de las áreas de recarga hacia lagos, manantiales, pozos y otras estructuras de captación.

Los acuíferos como depósitos de almacenamiento, actúan suministrando agua de sus reservas para ser utilizadas cuando la extracción exceda a la recarga y, a la vez, almacenando agua durante los periodos en que la carga resulta mayor a la extracción en forma de manantiales.

La mayor parte de los acuíferos se vuelven a llenar de manera natural por las precipitaciones pluviales que se infiltra por el suelo y la roca. Cualquier superficie de tierra que deja pasar el agua se denominan áreas de recarga, atraviesa su manto freático, y llega al área de descarga, como parte del ciclo hidrológico. Las áreas de descarga, son pozos, manantiales y ojos de agua, lagos, géiseres, corrientes fluviales y océanos.

La dirección del flujo del agua subterránea, de las áreas de recarga a las de descarga depende de la fuerza de gravedad, presión y fricción.

Si la tasa de extracción de un acuífero supera a su tasa de recarga natural, baja el nivel de agua freática alrededor del pozo en explotación, creando un volumen carente de agua.

El agua subterránea se agota cuando se consume más agua de la que se repone en el acuífero. Esto provoca, que el manto freático disminuya, por lo que se hace más difícil y cara de extraer.

Los acuíferos se agotan en una veintena de países, incluyendo a países tan grandes como China, la India y los Estados Unidos.

La India y Pakistán, con la utilización de las aguas subterráneas han incrementado sus cosechas hasta el punto de que incluso exportan grano. En el caso concreto de la India, la utilización de los acuíferos ha permitido la creación de veinte millones de hectáreas de regadío. En Europa, Dinamarca obtiene de las aguas subterráneas el 90 % del agua destinada al consumo humano. En Francia el porcentaje es del 80% y en Italia del 70%. Sin embargo, en España tan solo es un tercio el agua utilizada que procede del subsuelo.

## LOS ACUIFEROS EN EL MUNDO

Cientos de acuíferos o miles si contamos los acuíferos menores, se encuentran bajo el suelo de nuestro planeta.

La distribución de los acuíferos es muy heterogénea, así nos encontramos que en América hay 68 grandes acuíferos, en Europa 155, en Asia 12 y en Australia dos.

La explotación excesiva y la contaminación son los principales problemas que sufren. La zona del mar Mediterráneo es donde se da una explotación excesiva muy superior a la capacidad de renovación. Lo mismo vemos en el acuífero norteamericano Ogallala o en los acuíferos chinos.

Los 10 acuíferos del planeta	Extensión en km <sup>3</sup>	Consumo en km <sup>3</sup> /año	Edad en años
Areniscas de Nubia	2,500,000	15	20,000
Gran Cuenca Artesiana	1,750,000	16	5,000,000
Acuífero Guaraní	1,200,000	ínfimo	actual
Norte del Sahara	1,030,000	3	12,000
Cuenca de Taoudeni	800,000	ínfimo	fósil
Cuenca de Murzuk	700,000	ínfimo	32,000
Cuenca de Illurmenden	525,000	ínfimo	7,000
Acuífero de Ogallala	450,000	excesivo	actual
Canning-Officer	400,000	0.5	2,000,000
Acuífero Saudí	160,000	2	15,000

## ***Los principales acuíferos del mundo***

Sirva como ejemplo, los acuíferos del norte de África y de la península Arábiga que se formaron hace miles de años cuando el clima era mucho más húmedo que el actual. Como consecuencia de este tipo de clima hace imposible su renovación por la falta de lluvia.

Los acuíferos de África son los más grandes del mundo y se encuentran poco explotados. Sin embargo, tienen un gran potencial siempre que sus recursos sean gestionados de forma sostenible. Su problema, es que al ser tan grandes se extienden por los territorios de diversos países, para lo cual se está llegando a acuerdos para la gestión de los mismos.

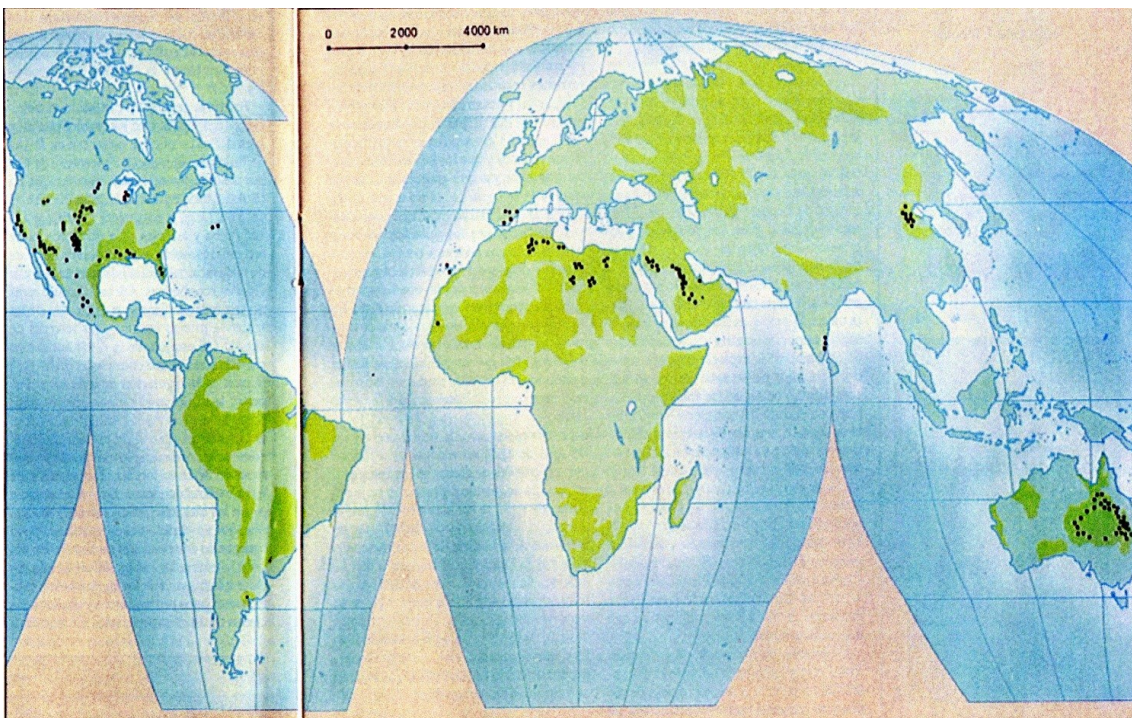
Los acuíferos proporcionan más del 70% del agua utilizada por la Unión Europea. Sin embargo, en otras zonas es la única fuente de abastecimiento de agua dulce, como sucede en el caso de Malta que es del 100%, en Arabia Saudí es del 99% y el 1% restante es agua desalada, en Túnez es del 95% y en Marruecos es del 75%.

Desde mediados del siglo XX, el aumento de la demanda de agua ha hecho que se recurra cada vez a los recursos hídricos de los acuíferos. El agua, que se obtiene en los acuíferos, se usa de la siguiente forma, el 65 % para la agricultura, un 25 % para el uso doméstico y un 10% para la industria.

Entre los principales acuíferos podemos destacar:

### **- EL ACUIFERO DE ARENISCAS DE NUBIA**

Tiene una extensión de 2.500.000 km<sup>2</sup> y se encuentra en territorio de cuatro países en el noroeste de África. Egipto tiene unos 825.000 km<sup>2</sup>, Libia unos 726.000 km<sup>2</sup>, Sudán unos 376.000 km<sup>2</sup> y Chad 236.000 km<sup>2</sup>.



## ***Los principales acuíferos en el mapa del mundo***

Al estar situado donde el clima es muy seco y la lluvia es mínima se le considera que es un acuífero no renovable.

En la década de 1990, los cuatro Estados llegaron a acuerdos para la gestión de dicho acuífero con la finalidad de prevenir la contaminación y la sobreexplotación por parte de alguno de ellos. Se eligió a una autoridad conjunta, que regula el funcionamiento de dicho acuífero. Destaca, en este sentido, la utilización del agua del acuífero que realiza la Libia de Gadafi.

Con la llegada al poder de Gadafi y su llamada “*revolución verde*”, pretende dar un vuelco al país. Para ello, diseña la realización de una serie de cuatro trasvases, a realizar en distintas fases, por medio de grandes tubos con un diámetro de cuatro metros, que tienen que recorrer una distancia de más de cuatro mil kilómetros. El precio del agua trasvasada es muy competitivo, su coste es de 0,35 euros el m<sup>3</sup>, muy inferior al del agua desalada.

El agua, que se transporta corresponde tanto del acuífero Nubio como al acuífero del norte de Sáhara. La función de este trasvase es llevar el agua desde el centro del Sáhara a la zona costera libia, que es donde vive mayoritariamente su población con el objetivo de tener agua con la que atender a los usos domésticos, industriales. El otro gran objetivo es desarrollar una potente agricultura que le diera su independencia alimentaria.



Esta obra ha tenido una inversión de más de 24.000 millones de dólares y fue realizada por una empresa surcoreana. Esto provocó un gran enfado con Gadafi por parte de los países de la Unión Europea y de Estados Unidos.

Una de las razones, que explicaría la actuación occidental actual en Libia y más en concreto la de Francia, no sólo sería el petróleo y la energía nuclear sino también el agua. Francia destaca por la importancia de sus multinacionales del agua.

### **¿Es posible que los países occidentales intervengan en Libia por el tema del agua?**

Desde el punto de vista geoestratégico SI. Los dos grandes retos mundiales futuros son la energía y el agua. Ya hemos visto, como la política norteamericana dedica especial atención a América latina, con sus dos grandes fuentes de agua, el Amazonas y el acuífero Guaraní, donde no sucede nada que no sea controlado por los norteamericanos.

El agua es un bien necesario para la vida, pero también se convertirá en factor fundamental del futuro energético de la humanidad para la obtención de hidrogeno que es el futuro energético. Se necesita agua limpia como es caso del acuífero Guaraní y el acuífero de Nubia, de ahí su importancia estratégica.

Simplemente veamos los beneficios que ofrece Libia en el campo del agua y del petróleo:

- . **El petróleo**, se calcula, que sus reservas petrolíferas son de 5.100 millones de toneladas, al precio actual de 935 dólares la tonelada supone unos 4.700.000 millones de dólares.
- . **El agua**. Se calcula, que tiene unas reservas de agua de 75.000 m<sup>3</sup> que si se multiplican por 0,35 dólares el m<sup>3</sup> del precio del trasvase, supone una riqueza de más de 10.000.000 millones de dólares.

#### **- EL ACUÍFERO DEL NORTE DE ÁFRICA**

Se encuentra en territorio de Argelia, Túnez y Libia y tiene un volumen de agua de 60.000 millones de m<sup>3</sup>. Se trata de un acuífero de tipo sedimentario, actualmente tiene una gran explotación, debido a la fuerte explosión demográfica que tiene toda la zona del Magreb.

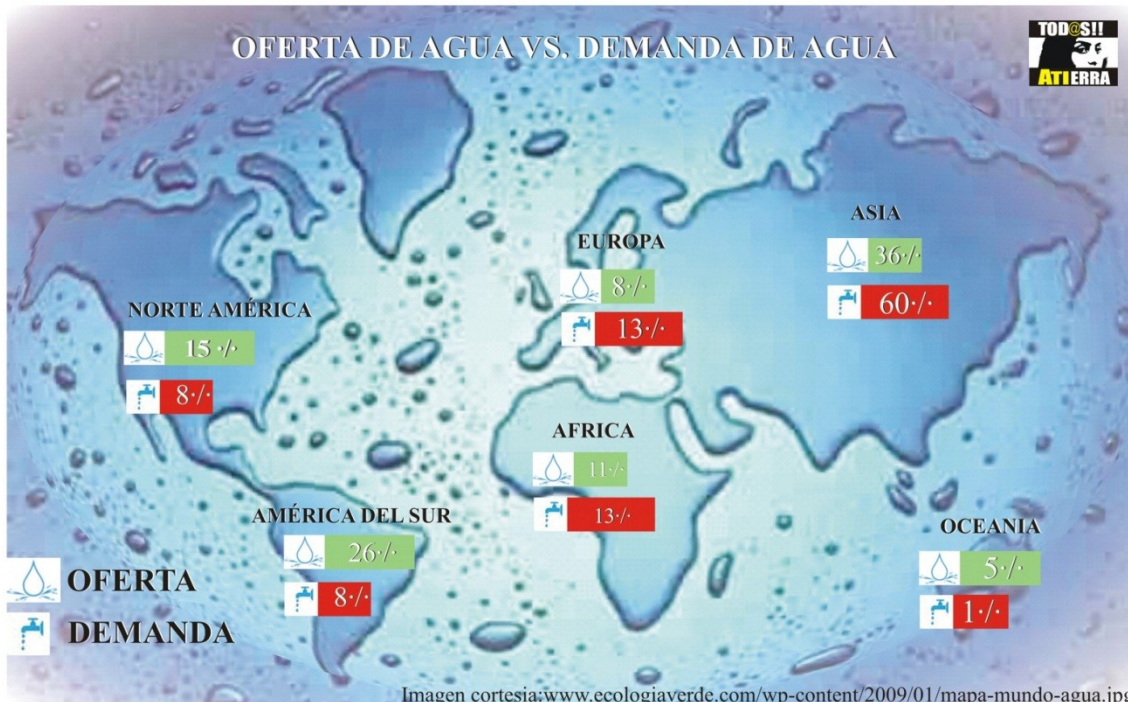
#### **- EL ACUIFERO ILLURMEDEEN**

Tiene una extensión de 525.000 km<sup>2</sup> y se extiende por Nigeria, Níger y Mali y se ha creado un organismo consultivo para administrar dicho acuífero.

En Australia nos encontramos con dos grandes acuíferos. La Gran Cuenca Artesiana tiene unas reservas de 20.000 millones de m<sup>3</sup> y una extensión de 1.750.000 km<sup>2</sup> que se encuentra en una extensa llanura con las tierras más productivas de Australia. El otro gran acuífero es el Canning Officer con una extensión de 450.000 km<sup>2</sup>. Como vimos en el artículo “Australia, el extremismo hídrico”, vemos que ha sido el primer país que está cambiando su política de desarrollo demográfico y económico debido a la carencia de agua que tiene.

Otro ejemplo de agotamiento de los acuíferos se da en el norte de China, donde ha descendido sus acuíferos en los últimos treinta años más de 37 metros y actualmente lo hace a una media de metro y medio por año. El propio río Amarillo no lleva agua en los últimos 250 km durante 230 días al año.

Esta zona es la que provee de trigo a los 1.300 millones de chinos. Ante la cada vez mayor carencia del agua, sus cosechas cerealistas descienden desde el año 2003 a un ritmo del 5% anual, lo que ocasiona, que China tenga que acudir al mercado mundial de cereales para poder atender a su población y este es uno de los orígenes del encarecimiento mundial del precio del trigo.



Estados Unidos sólo tiene el 5% de sus recursos de agua en los acuíferos. El mayor de sus acuíferos es el Ogallala que se extiende a lo largo de los Estados de Texas a Dakota del Sur. Las aguas de este acuífero riegan el 20% de todas las tierras de regadío de los Estados Unidos, estando situado en plena zona cerealista.

El acuífero Ogallala se está secando porque el ritmo de extracción es muy superior al de reposición y su capacidad disminuye a un ritmo de unos 12.000 millones de m<sup>3</sup> anuales.

Se calcula que para el año 2011 la reducción del acuífero Ogallala será superior a los 390.000 m<sup>3</sup>.

Los acuíferos californianos siguen el mismo camino que el Ogallala y hacia el sur el río Colorado ya no es tal porque en sus últimos 200 km ya no tiene agua. Los científicos calculan que para el año 2030 toda la zona de Texas ya no tendrá agua para proveerse pues estará toda agotada.

Respeto a lo que sucede en América latina pueden ver los artículos del Amazonas y del acuífero Guaraní.

Hay once grandes ciudades que su suministro de agua potable depende totalmente de las aguas subterráneas: Bangkok, Pekín, Buenos Aires, El Cairo, Calcuta, Dacca, Yakarta, Londres, Manila, Méjico y Shanghai

Algunos países son muy dependientes de sus acuíferos para desarrollar su agricultura. En Arabia Saudita depende en un 96 % de las aguas subterráneas, le sigue Bangla Desh con el 69%, Siria con el 60%, la India con el 53% y Pakistán con el 34%.

## LA CONTAMINACIÓN

El agua subterránea se contamina cuando algunas sustancias tóxicas se disuelven en el agua superficial y son acarreadas o lixiviadas a acuíferos con el agua percolada. Se consideran las propiedades y cantidades de las sustancias tóxicas y del suelo encima del acuífero para determinar si una sustancia en particular contamina a un acuífero.



Algunas veces, la contaminación del agua subterránea ocurre de forma natural, pero la contaminación aguda es usualmente el resultado de las actividades humanas en la superficie de la tierra. Un acuífero provee una gran cantidad de agua, en consecuencia atrae gran cantidad de personas a su alrededor. El agua es usada en actividades para beber, higiene personal, mantenimiento residencial y con propósitos industriales y agrícolas. Muchas de estas actividades llevan aparejadas el uso de productos químicos con un alto potencial contaminante.

Cuando las aguas subterráneas llegan a ser contaminadas no pueden depurarse por sí mismas, debido a que las corrientes de las aguas freáticas son lentas y no turbulentas y los contaminantes no se diluyen ni se dispersan de manera efectiva.

La contaminación del agua subterránea es mucho más difícil de detectar y controlar que la contaminación del agua superficial. Es un proceso muy costoso, debido al tipo de sistemas de monitoreo de la contaminación que se necesitan, al problema de su localización y a que se necesita bombear el agua subterránea a la superficie para limpiarla y luego meterla en el manto acuífero.

Se suelen distinguir dos tipos de procesos contaminantes en las aguas subterráneas: los puntuales que afectan a zonas muy localizadas y los difusos que provocan contaminación dispersa en zonas amplias, en las que es fácil identificar un foco principal.



Las actividades que provocan la contaminación puntual son:

- a) Lixiviados de vertederos industriales, derrubios de minas, depósitos de residuos radioactivos o tóxicos mal instalados, gasolineras con fugas en sus depósitos combustible, etc.
- b) Los que se filtran en el terreno.
- c) Pozos sépticos y acumulaciones de purines procedentes de granjas.

La contaminación difusa está provocada por:



- a) Un uso excesivo de fertilizantes y pesticidas en la agricultura o en las prácticas forestales.
- b) Explotación excesiva de los acuíferos, que facilita el que las aguas salinas invadan las zonas de aguas dulces, por desplazamiento de la interfase entre los dos tipos de aguas.
- c) Lixiviados de vertederos de residuos urbanos y fugas de agua residuales que este tipo de contaminación puede provocar situaciones especialmente preocupantes con el paso del tiempo, al ir cargándose de contaminación lenta pero continuamente, en zonas muy extensas.

Cuando un acuífero está contaminado y hay que limpiarlo, el proceso es muy difícil y muy caro. Se han usado procedimientos que extraen el agua, la depuran y la vuelven a inyectar en el terreno, pero no siempre son eficaces y consumen una gran cantidad de energía y dinero.

Una fuente muy importante en la contaminación de los acuíferos son los regadíos, pero también existen los problemas relacionados con las industrias, la minería y los núcleos urbanos. A estos hay que añadir los graves problemas de salinidad.

En algunas zonas cercanas a las grandes ciudades y a cinturones industriales, los ríos están muy contaminados, hasta el punto de que algunos se convierten en auténticas cloacas al aire libre. La basura doméstica y los residuos se amontonan en sus alrededores. Esto sucede frecuentemente en Cataluña, País Vasco, algunas zonas de Valencia y en los alrededores de Madrid, lo que está en el origen de una grave contaminación de los acuíferos.

En cualquier caso, la utilización de los recursos de agua no renovables ofrecido por los grandes acuíferos en distintos países, ha adquirido un fuerte empuje durante el siglo XX, pero se acabará probablemente durante el siglo XXI y sólo habrá sido un momento en la historia de la utilización de agua por la humanidad. Algunos miles de millones de metros cúbicos de agua se habrán extraído, de forma irreversible en su mayoría de la litosfera. Pero este volumen de agua no se habrá perdido para la hidrosfera, habrá vuelto al ciclo del agua terrestre, aumentando su flujo global, aunque en una cantidad imperceptible.

Los acuíferos son una solución siempre y cuando sean utilizados de forma sostenible por el hombre, cosa que como vemos no se hace en la actualidad.

**Rebelión ha publicado este artículo con el permiso del autor mediante una [licencia de Creative Commons](#), respetando su libertad para publicarlo en otras fuentes.**