

¿Por qué es todavía tan deficiente la gestión de las aguas subterráneas españolas?

Llamas Madurga, M. Ramón

Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. c/ Valverde, 22. 28004 Madrid
e-mail: mrlamas@geo.ucm.es

RESUMEN

En España, como en casi todos los países áridos o semi-áridos las aguas subterráneas se han convertido en el último medio siglo en un recurso muy importante. Sin embargo, debido a diversos factores, entre los que destaca la "hidroesquizofrenia" aguda española, todavía no son tenidas debidamente en cuenta por los gestores oficiales del agua. Sin embargo, cientos de miles de agricultores han desarrollado en los últimos decenios una intensa explotación de aguas subterráneas. Esta se ha efectuado con escasa planificación y muy pobre control por la Administración hidráulica española, lo que ha sido definido como la revolución silenciosa del uso intensivo de las aguas subterráneas. Esta revolución ha producido grandes beneficios y algunos problemas, en general muy exagerados por los hidráulicos tradicionales. Entre los beneficios está la mayor productividad hidrológica y económica de los regadíos con aguas subterráneas. Entre los problemas la afectación a algunos ecosistemas, como la reserva de la biosfera "La Mancha Húmeda" y la afección a ríos como el Júcar y al alto Guadiana. La solución de estos problemas es fundamentalmente de tipo ético. Se basa principalmente en una mayor transparencia y en la terminación de una política de subvenciones perversas. Ambos aspectos son claros requerimientos de la Directiva Marco del Agua de la UE.

Palabras clave: aguas subterráneas, hidroesquizofrenia, agua virtual, agua verde, agua azul, huella hidrológica, ética social y ética ambiental, revolución silenciosa del uso intensivo de las aguas subterráneas

INTRODUCCIÓN

Cuando recibí la invitación de contribuir a este tomo de homenaje al Prof. Pendás la acepté inmediatamente pues soy conocedor de la gran labor que ha realizado desde su cátedra en la Escuela de Ingenieros de Minas de la Universidad de Oviedo y me parecía obligado contribuir aunque fuera modestamente a ese homenaje.

He intentado buscar un tema que pudiera tener interés para el variado grupo de lectores al que va

destinada esta publicación pero que no fuera excesivamente especializado. He pensado que los temas relacionados con la ética del uso y gestión de las aguas subterráneas reunían esa condición.

Por otra parte, el asunto tiene un notable interés práctico dado que los conflictos hídricos en España constituyen un tema de aguda controversia política desde hace al menos dos o tres décadas. El problema no es exclusivamente español sino que suelen darse situaciones parecidas en casi todas las regiones áridas o semi-áridas (Llamas and Martínez-Santos, 2005; Fornés, *et al.* 2005; Llamas *et al.* 2007 y 2008).

Recientemente, a petición de la ONG TRANSPARENCY INTERNACIONAL, redacté una nota sobre WATER CORRUPTION IN SPAIN (Llamas, 2008a). En esa nota sostengo que una de las tres causas principales de los conflictos hídricos españoles es la mal, incluso pésima, gestión de las aguas subterráneas españolas. En estas breves notas intentaré justificar esa afirmación.

Ahora bien, las aguas subterráneas son una parte significativa de los recursos hídricos españoles, del agua azul. Y su papel ha de considerarse de modo integrado no sólo con la otra parte de las aguas azules (las aguas superficiales) sino también con el agua verde o agua del suelo y con el agua virtual importada y exportada (Aldaya *et al.*, 2008). Para ello voy a dedicar la segunda sección de este artículo al marco ético general del uso y gestión de los recursos hídricos.

Este es un tema que estoy estudiando ahora con cierto detalle y del artículo correspondiente (Llamas, en prensa) voy a tomar buena parte de lo que aquí se dice.

MARCO ÉTICO GENERAL DE USO Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Las conexiones entre la política del agua y la Ética son cada vez más invocadas en todo el mundo. Las ideas fundamentales que siguen están tomadas en gran parte de una serie de artículos publicados previamente por el autor, solo o con otros co-autores (Delli Priscoli *et al.*, 2004; Llamas and Delli Priscoli, 2000; Llamas, 2001; Llamas, 2003 ; Llamas *et al.*, en prensa). Estos análisis se iniciaron en un Grupo de Trabajo de la UNESCO (1998-1999) sobre la Ética de los Usos del Agua, cuya primera síntesis fue presentada en Llamas y Delli Priscoli (2000). A lo largo de toda su carrera profesional, el autor de este artículo ha intentado vivir el "desideratum" de Cervantes, que se reproduce al comienzo del artículo. En pocas palabras como científico responsable ha procurado ser independiente de los distintos grupos políticos o "lobbies", de modo que sus conclusiones o hipótesis no estuvieran condicionadas por lo que en el momento fuera "políticamente correcto".

En su famoso mensaje para la Paz (Paz con Dios, paz con los hombres, paz con la tierra) del uno de enero de 1990 el Pontífice Juan Pablo II afirmó que la crisis ecológica era esencialmente un problema ético o moral. Llamas (2001) realizó una monografía sobre la aplicación al caso español de los principios que inspiran el informe de la UNESCO citado, que es coherente con las ideas de Juan Pablo II recién mencionadas. En aras de la brevedad, en este artículo no se van a tratar dos aspectos básicos de esta problemática, que están tratados en la monografía de Llamas (2001). El primero es el de la fundamentación de los principios éticos que rigen las relaciones del ser humano con la Naturaleza. Ese tema se trata en el capítulo segundo de la monografía recién citada. El capítulo tercero de ese mismo

trabajo se ocupa de las peculiaridades de la Ética de los Usos del Agua, dentro del marco más amplio de la Ética del Medio Ambiente. A esos dos capítulos se remite al lector interesado en conocer más a fondo las bases filosóficas de los principios prácticos que se van a tratar en este artículo. Un tratamiento más general del tema podrá verse pronto en el libro WATER & ETHICS (Llamas *et al.*, en prensa).

Se suele admitir que aproximadamente un 15% de la población mundial no tiene fácil acceso al agua potable, y que un 40% de la población mundial no dispone de un sistema adecuado de saneamiento para eliminar sus residuos. Estos dos factores combinados son una de las principales causas de mortalidad y morbilidad. Por ello, ambos temas fueron incluidos entre los denominados OBJETIVOS DEL MILÉNIO en una solemne declaración de las Naciones Unidas en el año 2000 (Llamas, 2005a). Afortunadamente estas dos situaciones no se dan en España donde prácticamente todos los ciudadanos tienen fácil y económico acceso al agua potable y a un aceptable saneamiento. Por ello, en este artículo no se va a tratar del "derecho al agua" de cualquier ser humano.

También cabe recordar que las inundaciones y las sequías matan más gente y ocasionan mayores pérdidas económicas que cualquier otro desastre natural. Sin embargo, la vulnerabilidad a estos eventos depende mucho de la situación socioeconómica del país. Concretamente en España, en los últimos años, las inundaciones que han causado más pérdidas de vidas han correspondido a zonas de reducida extensión: han sido de tipo "flash" y las desgracias se han debido esencialmente a una defectuosa gestión del territorio pues los poderes públicos han permitido construir en zonas inundables o inestables geotécnicamente tras lluvias extraordinarias. Obviamente, las sequías en España no producen hambrunas como hace siglos y sus impactos económicos podrían corregirse sensiblemente evitando la improvisación y la conexa frecuente corrupción, y utilizando adecuadamente las aguas subterráneas, como ya se indicaba en Llamas (2000b). Lamentablemente, la última sequía de los años 2006/7, con el esperpéntico caso de decidir llevar agua en barco a Barcelona desde Marsella, ha puesto de manifiesto que todavía hay bastantes aspectos de la gestión del agua que conviene mejorar. El caso de Barcelona puede decirse que ha sido, al menos en parte, consecuencia de un radicalismo o "talibanismo hidrológico" por parte de algunos sectores ultraconservacionistas, que se opusieron a la conexión del existente minitránsvase del Ebro con el sistema de abastecimiento en alta a Barcelona.

"Subvenciones perversas", que son aquellas que son malas para la economía y el medio ambiente, y se dan en casi todos los países del mundo (Myers and Kent, 1998), pero en España tienen una fuerte tradición y no van a ser fáciles de eliminar. El mejor conocimiento y transparencia en los usos de las aguas en España se ve como un tema importante, casi imprescindible, para eliminar los muchos "hidromitos" o ideas equivocadas sobre las aguas subterráneas que existen en España. La permanencia de estas ideas se debe a una mezcla de ignorancia, arrogancia, inercia institucional o corporativismos e intereses creados, que a veces se convierten en auténtica corrupción. A esto se añade con frecuencia la costumbre de los partidos políticos de utilizar el agua como arma política para ganar votos a base de decir medias verdades y de utilizar los fondos públicos para hacer infraestructuras de escaso interés. (Llamas, 2008 a y b).

Un principio ético importante es el de la subsidiariedad, en el sentido de que un órgano superior no decide lo que puede ser competencia adecuada de otros organismos inferiores más próximos al usuario y de menor ámbito territorial. Es obvio que hay muchas decisiones sobre temas de aguas que tienen un impacto en otros usuarios, especialmente en los de aguas abajo y, por ello, la aplicación del principio de la

subsidiariedad no es sencillo, como demuestran las actuales confrontaciones entre regiones autonómicas por motivo del agua (Llamas, 2007a). Aunque cabe recordar aquello de que "mal de muchos consuelo de tontos" no se puede olvidar que se trata de un problema mundial que hasta la fecha y de modo general no se ha conseguido resolver adecuadamente. Por ejemplo, la aprobación en el decenio pasado de la "Convención de las Naciones Unidas sobre los Usos no Navegables del Agua en los Ríos Internacionales", no ha sido ratificada por suficiente número de países y, por tanto, no es vinculante desde le punto de vista estrictamente jurídico. Sin embargo esta convención ha sido útil para que se preparese y se ratifique el denominado Convenio de Albufeira entre España y Portugal, en relación con los ríos luso-españoles.

Desde tiempos mucho más recientes, apenas dos lustros, se viene hablando de los problemas que plantea la gestión de los acuíferos transfronterizos, es decir, de los que subyacen a lo largo de varios países. El tema, promovido por la UNESCO y la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (IAH), está todavía en sus primeras etapas. En España, los acuíferos internacionales conjuntos con Portugal o Francia son poco importantes.

Otro tema que suscita cuestiones éticas es el relacionado con el carácter público o privado de la propiedad de las aguas superficiales y subterráneas o de su uso. Hoy día, hay una cierta tendencia a la privatización de la gestión de las aguas (no de la propiedad), y a la creación de mercados del agua, con el objetivo de conseguir una asignación más eficaz de este recurso. Sin embargo, son relativamente frecuentes las voces que piden que este mercado no exista, pues lo consideran incompatible con el concepto de dominio público de las aguas o con principios religiosos o culturales. Otras voces recomiendan vivamente que ese mercado esté adecuadamente regulado para evitar situaciones de monopolio u otras similares que hacen difícil, por no decir imposible, el funcionamiento de una auténtica economía de mercado en la gestión del agua. En realidad, el agua, aunque tenga un valor económico, también tiene valores intangibles, simbólicos, culturales, religiosos, que hace prácticamente imposible que se pueda tratar como un bien de consumo usual. Esto ha sido ampliamente reconocido tanto en la doctrina social de la Iglesia Católica (Comisión Justicia y Paz, 2006), como en la Directiva Marco del Agua aprobada por la Unión Europea en el año 2000. En los últimos años, se ha tenido ocasión de comprobar en nuestro país, que los factores emotivos juegan con frecuencia un papel decisivo en la toma final de decisiones en política del agua. Sin embargo, algunos grupos radicales han hecho una oposición frontal a la privatización de la gestión del agua urbana. En mi opinión esta oposición se debe más a motivos ideológicos que a una búsqueda de una mejor gestión del agua. Como música de fondo, en casi todos estos problemas del agua se aprecia un hecho común. Los problemas que existen no son primordialmente de escasez física de agua, sino de su mala, a veces pésima, gestión (Rogers *et al.*, 2006). Esta mala gestión se debe tanto al retraso tecnológico, como a intereses creados de grupos minoritarios. Estos intereses son, en gran parte, permitidos por la falta de transparencia en la accesibilidad a los datos sobre recursos y aprovechamientos de agua. La falta de transparencia está más acentuada en las aguas subterráneas que en las superficiales. Esto, en buena parte, se debe a la relativa juventud, apenas cincuenta años, del uso intensivo de las aguas subterráneas y a la multitud de actores sociales que intervienen en la gestión de este recurso. En cambio las infraestructuras para el aprovechamiento de las aguas superficiales comenzaron hace más de cincuenta siglos en Egipto y Mesopotamia y hace más de veinte siglos en España (Llamas, 2006).

Se ve, pues, la necesidad de una mejor ética del agua, tanto en el ámbito social como personal. Una necesidad fundamental es que los gestores del agua estén formados en una ética de gestión ambiental

del agua. Esta ética está tan alejada de un ultraconservacionismo, cuyo valor científico y social es muy dudoso, como de la tecnofilia estructuralista que ha llevado a que España sea prácticamente el primer país del mundo en número de grandes presas *per cápita*, y el último país de la Unión Europea en el uso de las aguas subterráneas para el abastecimiento urbano (Llamas *et al.*, 2001, Cáp. 2).

LOS ACUÍFEROS ESPAÑOLES: ¿DÓNDE ESTÁN? ¿CUÁNTA AGUA TIENEN Y COMO SE RECARGAN?

Afortunadamente en España desde hace dos o tres decenios se dispone de una documentación básica bastante aceptable sobre la geometría de los acuíferos y sus características hidrogeológicas. Sin duda este conocimiento debe mejorar sensiblemente con motivo de conseguir los objetivos que propone la Directiva Marco del Agua (DMA) promulgada en el año 2000 y de obligado cumplimiento en todos los Estados Miembros de la U.E.

La DMA exige que se envíen a la Comisión Europea dentro del año 2009 todos los planes hidrológicos de Cuenca (o Demarcación). Esos planes han de caracterizar dentro de cada cuenca las diversas masas de agua superficiales y subterráneas (o acuíferos) y decir si para el año 2015 tendrán un buen estado ecológico en cantidad y calidad.

Este es un tema que el Ministerio de Medio Ambiente encargó -en lo que se refiere a las aguas subterráneas- al Instituto Geológico y Minero de España (IGME). En Custodio *et al.* (2007) y en Sahuquillo *et al.* (2008) puede verse un resumen de la situación.

De modo sucinto y a los efectos de este trabajo basta decir que unos dos tercios de la superficie de España se consideran terrenos acuíferos; la recarga anual estimada es del orden de 30.000 Mm³; el uso de aguas subterráneas se estima entre 5.000 y 6.000 Mm³ de los cuales el 80% se destina al regadío.

De modo aproximado, un tercio de las masas de agua se considera que está claramente en peligro de no alcanzar en el año 2015 los objetivos de la DMA; otro tercio de las masas de agua requiere una caracterización suplementaria para definir su estado; y finalmente otro tercio no parece presentar problemas para que pueda alcanzar el buen estado ecológico en el año 2015.

ASPECTOS ÉTICOS DEL USO DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN ESPAÑA

Como ya se ha dicho anteriormente, el aprovechamiento del agua subterránea ha aumentado de forma espectacular durante el último medio siglo, especialmente en los países áridos o semi-áridos. En nuestro país, hay un millón de hectáreas que se riegan con aguas subterráneas.

Los acuíferos o embalses subterráneos no tienen pérdidas por evaporación, ni se rellenan de sedimentos, ni exigen inundar valles y, además, el agua suele ser de buena calidad química y bacteriológica. Más del 50% de la población mundial se abastece con aguas subterráneas, y el regadío con aguas subterráneas, suele ser mucho más eficiente que el regadío con aguas superficiales. En España sólo un 22% del agua

utilizada para los abastecimientos urbanos procede de aguas subterráneas (EEA, 1999, Tabla 3.3). Es la proporción más baja de todos los países de la Unión Europea, debido a la aguda "hidroesquizofrenia" que ha padecido -y sigue padeciendo- nuestro país (cf. Llamas, 2005b).

El uso de las aguas subterráneas ha sido frecuentemente llevado a cabo por particulares (agricultores, industrias o pequeños núcleos urbanos) sin apenas planificación y control por las Administraciones públicas del agua. Eso ha dado lugar en algunos países a problemas de grandes descensos de los niveles del agua en los pozos, o a la degradación de la calidad del agua, o a hundimientos de la superficie del terreno, o a la afección (desecación o disminución del caudal) en ciertos aprovechamientos superficiales o subterráneos, o a la degradación de ecosistemas acuáticos (Llamas & Custodio, edits, 2003).

Estos impactos negativos se deben esencialmente a la escasa o nula planificación y gestión de esos acuíferos. Con frecuencia, y con un planteamiento poco ético, esos problemas han sido magnificados por distintos grupos por motivos de ignorancia o de intereses creados, o por simple corrupción. Así se ha llegado a crear, casi en el ámbito mundial, el "hidromito" de que todo pozo se seca o saliniza, o que los recursos hídricos subterráneos son especialmente frágiles y no conviene utilizarlos si es posible utilizar recursos hídricos superficiales aunque estos sean más caros (Custodio y Llamas, 1997; Hernández-Mora *et al.*, 2001). La realidad suele ser muy distinta y, a largo plazo, en los países semiáridos la sostenibilidad del uso del agua subterránea puede ser mayor que la de las aguas superficiales, entre otras razones a causa de la erosión del suelo y el relleno de los embalses. No obstante, la difusión de la "fragilidad" de las aguas subterráneas está todavía ampliamente extendida. Así por ejemplo, en el reciente trabajo de Rijsberman (2008) aunque reconoce muchas grandes ventajas en el uso de las aguas subterráneas, vuelve a repetir (Cosgrove and Rijsberman (2000) su preocupación por su fragilidad.

En casi todos los países es urgente crear instituciones adecuadas para gestionar los acuíferos. Un problema frecuente es que esas instituciones deben integrar casi siempre a miles de usuarios independientes, pues cada uno de ellos puede poner en marcha un pozo a su voluntad, a diferencia de los grandes sistemas de regadíos con aguas superficiales donde hay casi siempre un control, de algún modo, centralizado. Es preciso llevar a esos usuarios el concepto ético de que el acuífero es un "bien compartido" por todos los que bombean agua de él, y además por los usuarios de aguas superficiales y subterráneas de los otros ríos o acuíferos relacionados con el suyo.

El primer aspecto, el principio ético de "acuífero compartido" por los que bombean agua de la misma unidad hidrogeológica, podría probablemente llegar a conseguirse en España con cierta rapidez, pues hay una tradición multisecular de uso de bienes compartidos, como son por ejemplo los bosques comunales. Eso exigiría una intensa y adecuada campaña de divulgación dirigida a los alumnos de enseñanza primaria y secundaria y también a los jóvenes agricultores. Esto es lo que en la cuenca del Guadiana, dentro del proyecto NeWater de la EU se ha hecho (www.newater.org).

Sin embargo, es más dudoso que esa asociación de usuarios de aguas subterráneas esté dispuesta de forma espontánea a reducir sus bombeos para evitar su impacto a otras personas o instituciones situadas fuera del propio acuífero. Esta tarea de protección de un bien común más amplia tendría que ser exigida probablemente por el Gobierno a través de la Administración Hidráulica o de algún otro Organismo público. Sin embargo, hay que ser conscientes de que la mejora de la situación en España en lo que se

refiere a la ordenación de las aguas subterráneas va a exigir en primer lugar un cambio de mentalidad por parte de los dirigentes de los Organismos de cuenca. En segundo término, exigirá una fuerte inversión en medios económicos y en personas. Se reproducen a continuación algunas declaraciones hechas en 1999 durante una sesión de la Comisión de Medio Ambiente del Congreso de los Diputados, con motivo de las comparecencias de expertos para hablar de la Reforma de la Ley de Aguas de 1985. Aunque han pasado casi diez años la situación no ha cambiado de modo significativo.

El Sr. Llanos, Presidente de la Conferencia Hidrográfica del Tajo, en su comparecencia en el Congreso de los Diputados (Diario de Sesiones, Comisión de Medio Ambiente, 1999, pág. 20627) dijo: "A lo mejor es cierto que hay 500.000 aprovechamientos, de los cuales 200.000 no se conocen, pero habría que ver cuál es el volumen de agua de los que no se conocen. Hay muchos pozos que están sin controlar pero a lo mejor esos pozos tienen una explotación de 3.000 m³ al año y no tienen ninguna importancia para el balance hídrico del país, con lo cual la inmensa mayoría de las preconcesiones de los abastecimientos que existen -porque las concesiones se controlan todas- son conocidas y tiene un control. Otra cosa es que haya pequeñas actividades que no lo tengan, pero muchas veces no merece la pena ni controlarlos".

El Sr. Nieto, Presidente de la Confederación Hidrográfica del Segura, en la misma sesión dijo, entre otras cosas, lo siguiente (pág. 20630): "En la cuenca del Segura es tradicional que para el agua haya pozos. Estoy pensando en el Campo de Cartagena, en el que se conoce el punto de donde sale el agua pero no se sabe hasta dónde llega, por lo tupida que es la red". El mismo Sr. Nieto en la pág. 20634 del mismo Diario de Sesiones dice: "Saben que si alguien necesita agua habla con quien la tiene y, a lo mejor, de una forma subrepticia, el agua aparece. Me puede decir: ¿cómo Vd. siendo presidente lo consiente? Pues bien, habría que poner un guardia civil en cada uno de los pozos, cosa que Vd. comprenderá, no podemos hacer". En la misma sesión de la Comisión de Medio Ambiente de 1999 el Catedrático de Derecho Administrativo, Martín Retortillo (pág. 20665) dijo: "El problema no es el cuadro normativo que tenemos, sino el cumplimiento de las leyes". Esas declaraciones oficiales de dos Presidentes de Confederaciones Hidrográficas explican en buena parte el caos colosal que todavía existe en España en la gestión de las aguas subterráneas.

De hecho, los sucesivos intentos de establecer un claro inventario de las capitaciones de aguas subterráneas que han hecho tanto el Gobierno del PSOE (Plan ARYCA), como el Gobierno del PP (Plan ALBERCA) pueden calificarse como fracasos, en buena parte por no estar bien concebidos (Fornés *et al.*, 2005).

En la legislatura 2004/8 el Gobierno socialista empleó buena parte de sus energías en lo que se refiere a las aguas subterráneas en preparar una reforma de la Ley de Aguas que finalmente no envió a las Cortes, y parece dudoso que el nuevo Gobierno, también socialista, vaya a remitir dicha reforma a las Cortes. En cambio, el caos de las aguas subterráneas siguió sin ser atendido durante la legislatura anterior y esto no sólo en las zonas de regadío. Un caso típico de este fiasco es el del acuífero de Madrid, cuyo uso es casi exclusivamente urbano (Llamas, 2007c).

Se ha dejado para el último lugar el tema de la contaminación de las aguas subterráneas que, sin embargo, es importante para conseguir un uso adecuado de los recursos hídricos en España y casi en cualquier país. De hecho es uno de los aspectos importantes a tener en cuenta en la preparación de los Planes de Cuenca que exige la DMA y que, como ya se dijo, deben ser enviados a la Comisión Europea en el año 2009. El

tema ha estado en la literatura científica desde hace muchos años pero su efectividad en España hasta la fecha ha sido más bien escasa en lo que se refiere a las aguas superficiales, y casi nula en lo que se refiere a las aguas subterráneas. Esto fue puesto claramente de manifiesto en las dos Jornadas organizadas por el Grupo Español de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (AIH-GE, 1998 y 1999). Como ya se dijo, en vano se buscará una referencia a estos documentos ni en el Libro Blanco del Agua del PP (MIMAM, 2000) ni en los Planes Hidrológicos Nacionales, tanto del PP (2001) como del PSOE (2005).

Los riesgos (azares) pueden ser naturales o producidos por el hombre. No todos los riesgos se convierten en desastres ni todos los desastres son el resultado de fenómenos naturales. La conexión entre riesgos y desastres radica en la vulnerabilidad que a su vez depende mucho de las condiciones socio-económicas de cada región. Basta recordar que los daños causados por los frecuentes huracanes del Caribe suelen ser muy inferiores en los EE.UU. que en los países centroamericanos. No obstante, puede haber excepciones como fueron los cuantiosos daños causados por el huracán Katrina en Nueva Orleans en 2005.

La sequía de 1999 en Etiopía causó también una catástrofe humanitaria pero los efectos negativos de una sequía similar en Israel o España son, sin duda, muchísimo menos impactantes.

La percepción social de un riesgo determina la actitud de la sociedad ante ese evento y las decisiones tomadas para evitarlo o mitigarlo. Sin embargo, con frecuencia el riesgo socialmente percibido dista mucho del riesgo real, por ejemplo ante las crecidas extraordinarias. En estos últimos decenios, la generalizada expansión urbanística, para acomodar el éxodo rural en los alrededores de los núcleos urbanos, ha inducido la construcción -en general de viviendas modestas- en zonas de alto riesgo de inundación. Tal fue el caso, por ejemplo, de las inundaciones de Badajoz de 1997.

Clásicamente, inundaciones y sequías son tratadas conjuntamente porque: a) los dos son eventos extremos; b) en el ámbito mundial, los dos originan cada año miles de muertes y cuantiosos daños materiales. Sin embargo, los métodos de predicción y de mitigación o de reducción de la vulnerabilidad son muy diferentes: 1) hoy día la predicción de inundaciones es mucho más fiable que la de las sequías; 2) las inundaciones son generalmente de corta duración, desde horas a unos pocos días y las sequías duran varios años; 3) la mitigación de las inundaciones está relacionada con el sistema de alarma, las soluciones estructurales y la gestión de la llanura de inundación.

En cambio, la mitigación de las sequías se corresponde esencialmente con la gestión de la demanda del agua y con el uso conjunto de las aguas superficiales y subterráneas, cuando esta opción es posible. Normalmente los sistemas abastecidos exclusiva o principalmente con aguas subterráneas no suelen quedar afectados por las sequías, como se ha podido comprobar en España tanto en los abastecimientos urbanos como en los sistemas de regadío (Llamas *et al.*, 2001, Cáp. 6).

La falta de planificación para mitigar las sequías se debe a una mezcla de falta de organización institucional, de ignorancia y de corrupción. En España muchas sequías e inundaciones "normales" son consideradas "extraordinarias" para conseguir fondos de emergencia. Esto supone improvisación y, en no pocas situaciones, se presta a la corrupción (Llamas, 2000).

LA ÉTICA EN LOS PROCESOS DE TOMA DE DECISIONES EN LA GESTIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Aspectos generales

Son claras las implicaciones éticas en casi todas las facetas de la gestión del agua tales como planificación, legislación, financiación, proyecto, construcción, explotación u operación y otras. Todas estas facetas están relacionadas con la dignidad de la persona humana y con su sociabilidad. Estos aspectos éticos tienden a girar en torno a las siguientes cuestiones: ¿Quiénes participan y en qué tipo de decisiones intervienen? ¿Tienen la posibilidad de formular alternativas o sólo de reaccionar ante las soluciones ya formuladas por otros? ¿Cuál es la base para valorar implícita o explícitamente las compensaciones económicas? ¿Qué tipo de información debe ser accesible al gran público y cómo se facilita el acceso? ¿Cómo se caracterizan los impactos ambientales y cómo son incluidos en el proceso? ¿De qué modo intervienen los expertos y los no expertos? ¿Qué uso o abuso se hace de la información científica o técnica de los expertos?

Es interesante hacer notar que desde tiempos relativamente recientes se insiste en la imperiosa necesidad de tener en cuenta las cuestiones éticas en la gestión del agua. Dentro de este tema, en los últimos años se ha tratado el tema del papel de la corrupción en la gestión de los recursos hídricos. Concretamente el GLOBAL CORRUPTION REPORT 2008 que desde hace tres lustros publica anualmente la ONG TRANSPARENCY INTERNATIONAL, lleva como subtítulo CORRUPTION IN THE WATER SECTOR. Dentro de este informe hay dos artículos por Abad (2008) y Villoria (2008) que se refieren a España. La realidad es que ambos artículos sólo de modo indirecto se refieren a la gestión del agua; en realidad tratan de la corrupción en los usos del suelo. En el libro en que figuran esos dos artículos no se ha incluido el breve informe sobre WATER CORRUPTION IN SPAIN que fue solicitado a este autor (Llamas, 2008b).

Debate entre lo público y lo privado

Como ya se puso claramente de manifiesto en el Segundo Foro Mundial del Agua (World Water Council, 2000a, pág. 17), este debate está hoy generalizado en casi todo el mundo, y también en España. La privatización de la gestión del agua se suele defender como un medio para aumentar la eficiencia. Ahora bien, esa privatización exige una información transparente que no suele ser fácil de conseguir tanto por falta de la oportuna legislación como por el generalizado incumplimiento de las leyes en no pocos países, y España no es una excepción (Llamas, 2008b). Las empresas, sean privadas o públicas, buscan un beneficio y no son propensas a facilitar esa imprescindible información a no ser que les sea exigida de modo eficaz por el poder público. Sin embargo, hay que decir que esta exigencia de transparencia suele ser todavía más difícil de conseguir cuando se trata de empresas públicas.

La privatización por lo general sólo se hace en aquellas facetas del agua que son vendibles, como son el abastecimiento y el saneamiento. Resulta difícil, por ejemplo, privatizar la defensa contra las inundaciones. Debe, pues, evitarse que la privatización sea un obstáculo para conseguir una gestión integral del agua en el ámbito de cuenca fluvial.

Afortunadamente hoy suele predominar la idea, ampliamente defendida por la doctrina social de la Iglesia Católica (Comisión Justicia y Paz, 2006) de que los recursos hídricos constituyen "un bien común" que

debe ser gestionado de un modo solidario con la generación actual y con las generaciones futuras. Pero esta gestión debe hacerse basada en el principio de subsidiariedad, es decir, en el nivel social más elemental posible que resulte compatible con la gestión integral de la cuenca fluvial. A veces, esto da origen a un conflicto de intereses entre grupos, por ejemplo entre la población minoritaria que habita un valle que va a ser inundado por la construcción de una presa, y los regadíos de la zona llana de aguas abajo, que están interesados en que se construya esa presa, especialmente -como es fácil de comprender- si la presa no la pagan ellos sino que se "les regala" con dinero público.

Otra realidad a tener en cuenta es que hoy día la aceptación por los políticos de la privatización de la gestión suele tener dos motivos: 1) la necesidad de contener el déficit público y/o la inflación, lo que no les permite realizar una financiación con dinero público; y 2) el no desechar que su grupo político aparezca como responsable de la necesaria subida de las tarifas del abastecimiento y/o saneamiento de una ciudad.

Algunos autores sostienen que la aplicación del principio de la recuperación total de los costes que de forma tímida establece la nueva Directiva Europea no es equitativo pues, en general, los países del Norte de Europa concedieron hace décadas importantes subvenciones de dinero público para la construcción de infraestructuras. En cambio, esas subvenciones fueron mucho más pequeñas en los países mediterráneos de la UE. Esta idea es digna de consideración. No obstante, como indica Porta (2000), la aplicación del principio del "full cost recovery" en el caso del abastecimiento y saneamiento urbano tendría un impacto irrelevante incluso en las economías domésticas relativamente modestas. Por ello, ese debate podría resultar una discusión bizantina desde el punto de vista económico, y deletérea desde el punto de vista de protección del medio ambiente.

Este tema tiene también una importante implicación en la gestión de las aguas subterráneas. No se trata de entrar en el debate de si las aguas subterráneas deben ser de dominio público o privado. Hay situaciones para todos los gustos, como he expuesto en otras publicaciones (Llamas, 2003 y 2005b). Quizá lo más importante es recordar que en España la mayor parte de las aguas subterráneas que se utilizan son "de iure" privadas y "de facto" prácticamente todas las aguas subterráneas son o pueden ser objeto de comercio, como recordaba en la comparecencia, antes citada, ante el Congreso de los Diputados en 1999 el Presidente de la Confederación Hidrográfica del Segura.

El agua ha sido considerada como un bien económico en múltiples declaraciones procedentes de organismos internacionales y especialmente de organizaciones de financiación o de grandes donantes. Esta declaración ha generado un debate político internacional que revela, entre otras cosas, las diferentes concepciones asociadas con el agua en las distintas culturas. Hay quien sostiene que esta "economicidad" del agua elimina de ella el concepto de bien común y la necesidad de protegerla como recurso, pues una cosa es ver el agua como un simple objeto de consumo y otra como un bien común. En cierta forma, ésta es también una discusión bizantina ya que, salvo pocas excepciones, lo máximo que se paga por el agua es sólo lo necesario para obtenerla (estructuras) y para hacer que esas estructuras funcionen adecuadamente (operación y mantenimiento). En otras palabras, muy pocos países cargan en el precio del agua una tasa por su simple utilización. Es más, la mayor parte de las veces el precio que se paga es solo una pequeña fracción del coste directo real (financiación y operación). Las tarifas, por lo general, son tan bajas que incentivan el despilfarro. Los documentos oficiales del Segundo Foro Mundial del Agua (World Water Council, 2000 a y b y Cosgrove and Rijberman, 2000) ya hicieron una clara apuesta por el "full

"cost recovery", que luego fue incluida en la Directiva Marco del Agua de la UE. Hay que reconocer, sin embargo, que su eficacia no ha sido grande. La situación en España en lo que se refiere a los regadíos con aguas superficiales dista enormemente de esta situación futura ideal. El precio que pagan los agricultores suele ser del orden de 0.01 €/m³, cuando el coste real es mucho mayor, suele oscilar entre 0.15 a y 0.2 €/m³. En cualquier caso, el tema del valor económico del agua va a adquirir gran importancia en España en un futuro próximo. Por una parte lo exige la DMA (Llamas, 2008a); por otra lo exige la aplicación de los avances científicos (López-Gunn and Llamas, 2008) y especialmente los nuevos conceptos de agua virtual y huella hidrológica (Llamas, 2005; Aldaya *et al.* 2008).

La Reforma de la Ley de Aguas de 1999 vino a establecer el Mercado del Agua "Pública" en España (Llamas y Sastre, 2000). La Reforma es relativamente reciente y no hay todavía una gran experiencia sobre el tema. Sin embargo, el mercado del agua subterránea ha existido "de iure y de facto" en España desde hace muchos años. Se trata de un mercado de muchas pero pequeñas transacciones especialmente en agua subterránea. Es más bien informal o poco regulado pero que en algunos sitios parece haber funcionado y sigue funcionando con aceptable eficacia (Hernández-Mora y Llamas, 2001).

En cualquier caso, como indican Llamas y Delli Priscoli (2000, pág. 78) y el World Water Council (2000, pág. 13), la transparencia en la información, en los procesos de decisión y una amplia participación de los usuarios, no son sólo imperativos éticos sino que son condiciones esenciales para el buen funcionamiento de esos mercados en particular y de toda la gestión del agua en general.

El principio de precaución. El uso de aguas subterráneas no renovables

Este es un viejo dilema o problema que hoy ha adquirido mayor relieve, pues la Unión Europea ha venido a establecer que el principio de la precaución debe ser aplicado prácticamente en todo. Una aplicación simplista de ese principio fácilmente conduciría a decisiones desastrosas. Frecuentemente es preferible tomar decisiones con un cierto riesgo que no hacer nada. Por otra parte, hay que tener en cuenta que las grandes obras hidráulicas suelen exigir no menos de veinte años desde que se diseñan hasta que están plenamente operativas.

Por ello, el principio de precaución, debe aplicarse con prudencia y sentido común, no como una receta universal que indudablemente llevaría a "la parálisis por el análisis", y podría conducir a desastres humanitarios mayores.

Parece que el principio de precaución no se siguió al negar rotundamente la conexión del minitrasvase del Ebro al sistema del Llobregat. Bastó una sequía no demasiado intensa para llevar al Gobierno del Estado y al de Cataluña a una situación de ridículo internacional, a la que se unió un cúmulo de contradicciones, confusiones y falsedades. Ha sido una situación sorprendente dada la excelente gestión del agua que Cataluña había hecho en las décadas de los setenta y ochenta del siglo pasado (Llamas, 2008c).

Ahora bien, este principio tiene una clara aplicación en lo referente al uso de aguas subterráneas no renovables o minería del agua subterránea. Todavía algunos autores sostienen que este es un uso no sostenible y que, por tanto, debe evitarse. Esta idea fue cuestionada con carácter general por Llamas y Delli Priscoli (2000) quienes sostuvieron que la racionalidad de esa minería del aguas subterránea dependía de

una serie de factores sociales y económicos. Sus ideas fueron pronto aprobadas por el UNESCO COUNCIL ON THE ETHICS OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (Delli Priscoli *et al.* 2004).

Instituciones para la gestión colectiva de acuíferos

La principal dificultad para la protección y/o buena gestión de las aguas subterráneas radica en la relativa dificultad de establecer instituciones que faciliten la gestión de un recurso común. Este tema ha sido desarrollado con gran detalle en publicaciones recientes. Por ello, aquí solamente se hará una síntesis de los aspectos más importantes para España (Hernández-Mora y Llamas, 2001; Llamas y Custodio, 2003; Fornés *et al.*, 2005; Llamas *et al.* 2007 y 2008).

Con frecuencia se ha insistido en que en el aprovechamiento de un recurso común casi ineludiblemente acaba por imponerse lo que se suele llamar "la tragedia de los bienes comunes". Es decir cuando algo es de todos, todos van a sacar el máximo provecho inmediato y aquel bien común o comunal termina por destruirse. Es evidente que esto no tiene necesariamente que ser así. Basta pensar en los períodos de veda de la caza y de la pesca continental o en la gestión de los bosques comunales de tan larga tradición en España, o todavía con un ejemplo más cercano en las comunidades españolas de regantes, con el casi legendario ejemplo del Tribunal de Aguas de Valencia.

Sin embargo, apenas se ha conseguido todavía que en España funcionen de modo general sistemas colectivos para la gestión de los acuíferos. La situación parece ser similar en la mayor parte de los países áridos o semiáridos. Esto se debe, en primer lugar, a la relativa juventud del aprovechamiento intensivo de los acuíferos, que es siempre inferior a medio siglo. En segundo lugar, a las peculiares características de la utilización de los acuíferos. En efecto, a diferencia de los regadíos con aguas superficiales, el número de actores que intervienen en el aprovechamiento de un acuífero es elevado. Además y de modo especial, estos actores son independientes entre ellos y no han necesitado ponerse de acuerdo ni para construir su pozo ni para explotarlo. Una de las principales ventajas de los regadíos con agua subterránea, es que los agricultores no están sujetos a los incómodos turnos de riego que indudablemente hay que seguir en los sistemas de regadío con aguas superficiales.

A esto suele unirse que la cultura tecnológica de los usuarios de las aguas subterráneas de un acuífero suele ser bastante escasa. La ubicación y el proyecto de los pozos, por lo general, no responden a un diseño hidrogeológico adecuado. Se han realizado "por contagio". Un agricultor ha visto que su vecino hizo un pozo y que le va bien: y entonces -asesorado por lo general por un zahorí-, perforó otro pozo en su propiedad.

La Ley de Aguas de 1985 teóricamente proponía la constitución de Comunidades de Usuarios de Aguas Subterráneas (CUAS) con una estructura muy similar a la de las centenarias Comunidades de Regantes de Aguas Superficiales. Después de más de veinte años desde la promulgación de la Ley de 1985, como el Libro Blanco del Agua (MIMAM, 2000) ya reconocía, los resultados han sido muy exigüos. Por ejemplo, de los diecisiete acuíferos declarados legalmente sobreexplotados desde 1987, solamente en tres o cuatro de ellos se han llegado a constituir CUAS, aunque la Ley de Aguas las impone como algo preceptivo. La Reforma de la Ley de Aguas de 1999 insistió en el tema pero los resultados probablemente no han sido mejores, ni lo serán, si no cambia la mentalidad de los directores de la política del agua española. De

hecho, como ya se ha comentado previamente, el PP no hizo nada por mejorar la situación. En la legislatura anterior el PSOE se limitó a intentar una reforma de la Ley de Aguas, que ni siquiera llegó a enviar a las Cortes. Además, nuestra opinión era que esa reforma iba a servir para muy poco, a juzgar por la casi nula aplicación de la vigente legislación (Llamas, 2005b).

Con frecuencia, estos directores de política del agua han achacado el caos jurídico e institucional que existe en la gestión de las aguas subterráneas al hecho de que hasta 1985 esta agua era de dominio privado. Por ejemplo, en declaraciones a El País (22 de octubre de 2000), nada menos que el entonces Subdirector General de Planificación Hidrológica y "factotum" del PHN (2001) y del Libro Blanco del Agua, sostenía que el Ministerio de Medio Ambiente no se ocupaba de las aguas subterráneas porque estas eran todavía en su mayoría de propiedad privada.

Este razonamiento no era, ni es, correcto, al menos, por dos motivos. El primero es que con la Ley de Aguas de 1879 ya se constituyeron en los años setenta en Cataluña tres Comunidades de Usuarios de Aguas Subterráneas, que funcionan muy bien. Ahora bien, la mentalidad de los funcionarios de la entonces Confederación Hidrográfica del Pirineo Oriental era el polo opuesto a la mentalidad de sus colegas de la Confederación Hidrográfica del Segura, de la que, casualmente, fue Comisario de Aguas el entonces Subdirector General de Planificación Hidrológica. En Cataluña la Administración hidráulica, dependiente entonces del Ministerio de Obras Públicas y no de la Generalitat, mantuvo hasta hace pocos años una política muy avanzada en el sentido de transparencia y de participación de todos los usuarios. La situación, como antes se dijo, ha cambiado notablemente desde hace unos cinco años; y ha sido una causa principal del esperpéntico panorama de tener que importar agua en barco desde Marsella a Barcelona en el año 2008.

En segundo término, de acuerdo con la Ley de Aguas de 1985, cuando un acuífero es declarado sobre-expLOTADO, la requerida regulación del acuífero se aplica tanto a las aguas de dominio público como a las aguas de dominio privado. De hecho, en uno de los cuatro o cinco únicos acuíferos declarados definitivamente sobre-expLOTADOS en España, el de Campo de Montiel, prácticamente todos los usuarios de aguas subterráneas son privados. En resumen, una vez más, parece claro que la "hidroesquizofrenia" todavía impera entre los máximos responsables de la política del agua española, independientemente del partido político al que pertenezcan.

CONCLUSIONES

Primera. El agua subterránea es un recurso importante para la economía y para el medio ambiente de España. Puede decirse que hoy más de la mitad del valor económico del regadío español se obtiene con aguas subterráneas.

Segunda. La actual gestión de las aguas subterráneas en España es caótica. Después de más de veinte años, la Ley de Aguas de 1985 y sus reformadas no han servido para enderezar este caos. Pero ello, más que a deficiencias de la legislación se debe a la falta de voluntad política para aplicar la legislación vigente.

Tercera. Esta situación ha sido una causa radical de conflictos sociales entre regiones españolas y de degradación de ecosistemas de valor internacional como la RESERVA DE LA BIOSFERA LA MANCHA HÚMEDA.

Cuarta. La corrección de esta situación exige junto a una mayor concienciación de los políticos del valor de las aguas subterráneas, una dosis de TRANSPARENCIA mucho mayor por parte de las administraciones hídricas. También es necesario terminar con las "subvenciones perversas" y aplicar el principio de la recuperación total de costes que recomienda la Directiva Marco del Agua de la U.E.

REFERENCIAS

- Abad, E. (2008). Corruption fuels housing boom and water stress along Spain's coast, Global Corruption report 2008: Corruption in the water Sector, transparency International, Cambridge University Press, pp.35-36.
- Asociación Internacional de Hidrogeólogos. Grupo Español. (AIH-GE). (1998). La contaminación de las aguas subterráneas en España. Un bien perdido. Publicado por Instituto Tecnológico Geominero de España 680 pp.
- Asociación Internacional de Hidrogeólogos. Grupo Español (AIH-GE). (1999). Actas de las Jornadas sobre Las Aguas Subterráneas en el Libro Blanco del Agua, Madrid, Mayo 1999, 224 pp.
- Aldaya, M. M., Llamas, M. R., Garrido, A. y Varela, C. (2008). Importancia del conocimiento de la Huella Hidrológica para la política española del agua. Encuentros multidisciplinares, Vol. 10, no. 29, pp. 8-20.
- Comisión Justicia y Paz. (2006). Compendio de la Doctrina Social de la Iglesia, www.vatican.va,
- Committee on Advancing Desalination Technology and National Research Council. (2008). Desalination: A National Perspective. 312 pages.
- Cosgrove, W.J. and Rijsberman, F.R. (2000). World Water Vision. Earthscan Publications Ltd, London, 108 pp.
- Custodio, E. (2002). Overexploitation: What does it mean?. Hydrogeology Journal, Vol 10, pp. 254-277.
- Custodio, E., y Llamas, M.R. (1997). Consideraciones sobre la génesis y evolución de ciertos "Hidromitos" en España. En: Defensa de la Libertad - Homenaje a Victor Mendoza, Instituto de Estudios Económicos, Madrid, pp. 167-179.
- Custodio, E., Hernández-Mora, N., Llamas, M. R. and Martínez Cortina, L. (2007). "Groundwater Issues in Southern EU Member States. Spain Country Report. Draft of a future article presented on April 19, 2007 in the Second Meeting of the EASAC Working Group in the headquarters of the ARECES Foundation in Madrid. This is the draft of the Report on Spain for the General Report on Groundwater Issues in the Southern EU Member States.
- Custodio, E., Manzano, M. y Montes, C. (2008). Perspectiva general del papel y gestión de las aguas subterráneas en el área de Doñana. Sudoeste de España. boletín Geológico y Minero, Vol. 119, no.1, pp. 81-92.
- Delli Priscoli, J., Dooge, J. and Llamas, M.R. (2004). Overview. Series on Water and Ethics, Essay 1, UNESCO, Paris, 31 pp. ISBN 92-9220-016-X.
- Dyson, T. (1996). Population and Food, Routledge, London, 220 pp.
- European Environmental Agency (EEA). (1999). Sustainable Water Use in Europe. Part. 1. Sectoral Use of Water, 91 pp.
- Fornés, J.M., Hera, A. de la, Llamas, M. R. (2005b). La Propiedad de las Aguas Subterráneas en España: la Situación del Registro y del Catálogo. *Ingeniería del Agua*, Vol. 12, No. 2, junio 2005, pp. 125-136. ISSN 1134-2196.
- Hernández-Mora, N., Llamas, M. R. y Martínez, L. (2001). Misconceptions in Aquifer Over-Exploitation. Implications for Water Policy in Southern Europe. In *Agricultural Use of Groundwater. Towards Integration between Agricultural Policy and Water Resources Management* (ed. C. Dosi), Kluwer Academic Publishers, pp. 107-125, ISBN 0-7923-6805-3.

- Hernández-Mora, N. y Llamas, M. R. (editores). (2001). La economía del agua subterránea y su gestión colectiva. Fundación Marcelino Botín y Mundi-Prensa. Madrid, 550 pp., ISBN 84-7114-965-6.
- Llamas, M. R. (1996). ¿Hacia donde va la planificación y gestión del agua en España?, IV Simposio sobre El Agua en Andalucía, Instituto Tecnológico GeoMinero de España, Madrid, Vol. II, pp. 375-393.
- Llamas, M. R. (1997a). Transboundary Water Resources in the Iberian Peninsula. In *Conflict and the Environment*, Gleditsch, P. (ed.), Kluwer, Dordrecht, pp. 335-353.
- Llamas, M. R. (1997b). Declaración y financiación de obras hidráulicas de interés general, mercado del agua, aguas subterráneas, planificación hidrológica (Comentarios en relación con el Borrador de Mayo de 1997 de Reforma de la Ley de Aguas de 1985), *Ingeniería del Agua*, Vol. 4, nº 3, Septiembre 1997, pp. 33-44.
- Llamas, M. R. (1999^a). El Agua como Elemento de cohesión social, en *Homenaje a D. Angel Ramos Fernández*, Real Academia de Ciencias Madrid, Vol. I, pp. 197-215.
- Llamas, M. R. (2000). Some Lessons Learnt during the drought of 1991-1995 in Spain. In *Drought and Drought Mitigation in Europe* (eds. Vogt, J.V. and Somma, F.), Kluwer Academic Publishers, Dordredit, ISBN-0-7923-6589-5, pp. 253-264.
- Llamas, M. R. (2001). Cuestiones éticas en relación con la gestión del agua en España. Discurso de Ingreso en la Real Academia de Doctores, Madrid, 85 pp.
- Llamas, M. R. (2003). El desarrollo sostenible del agua en España. Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Vol. 97, nº 1, pp. 129-141.
- Llamas, M. R. (2005a). Groundwater and Human Development. In *Groundwater and Human Development* (Bocanegra, Hernández y Usunoff, eds.) Selected Papers on Hydrogeology, A.A. Balkema Publishers, Leiden, The Netherlands, pp. 3-8, ISBN: 04 1536 443 4.
- Llamas, M. R. (2005b). Lecciones aprendidas en tres décadas de gestión de las aguas subterráneas en España y su relación con los ecosistemas acuáticos. Lecciones Fernando González Bernáldez nº 1, Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez, Universidad Autónoma de Madrid, 66 pp.
- Llamas, M. R. (2005c). Los Colores del Agua, el Agua Virtual y los Conflictos Hídricos. Discurso Inaugural del año académico 2005-2006, Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (España), Vol. 99, Nº 2, pp. 369-389 (está también en Monografías con el número 126).
- Llamas, M. R. (2006). Avances científicos y cambios en viejos paradigmas sobre la política del agua. *Revista Empresa y Humanismo*, Vol. IX, nº 2, pp. 67-108, ISSN 1139-7608.
- Llamas, M. R. (2007a). La política socialista del agua: ¿Incoherencia o hipocresía? ABC, 12.11.2007.
- Llamas, M. R. (2007b). Aguas Subterráneas: De la Revolución Silenciosa a los Conflictos Clamorosos, Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (España), Vol. 101, Nº 1, pp. 175-181.
- Llamas, M. R. (2007c). La Directiva Marco del Agua: remedio de hidroesquizofrenia. *Ilustración de Madrid*, no. 6, Diciembre 2007, pp. 4-14.
- Llamas, M. R. (2008a). Comentarios sobre el documento Evaluación y conclusiones generales del ciclo de debate sobre el uso del agua en la economía de España del MIMAM (reunión en Murcia el 19.11.07.<http://www.unizar.es/fnca/docu195.pdf>) www.rac.es.
- Llamas, M. R. (2008b). Water Corruption in Spain. Informe solicitado al autor por *Transparencia Internacional-España-2008*. puede verse en [hppt://www.rac.es](http://www.rac.es).
- Llamas, M. R. (2008c). Los riesgos de la Carta del Agua de Zaragoza. *El Correo* 16 junio 2008, (publicado también en otros periódicos del grupo VOCENTO).
- Llamas, M. R. (en prensa). Aspectos éticos de la gestión del agua en España. Admitido en la Revista de la Real Academia de Ciencias de España.

- Llamas, M. R. and Delli Priscoli, J. (2000). Report of the UNESCO Group on the Ethics of Freshwater Uses. Papeles del Proyecto Aguas Subterráneas, Fundación Marcelino Botín, Santander, Serie A, nº 5, pp. 58-99.
- Llamas, M. R. y Sastre, M. (2000). La Vigente Planificación Hidráulica: 1) ¿Es aplicable?; 2) ¿Es deseable?, en *La Aplicación de la Directiva Marco del Agua en España: Retos y Oportunidades* (Fabra, A. y Barreira, S. ed.), Instituto Internacional de Derecho y Medio Ambiente, Madrid-Barcelona, pp. 137-163.
- Llamas, M. R., Fornés, J.M., Hernández-Mora, N. y Martínez Cortina, L. (2001). Aguas subterráneas: retos y oportunidades. Fundación Marcelino Botín y Mundi-Prensa. Madrid, 529 pp., ISBN 84-7114-962-1.
- Llamas, M. R. and Custodio, E. (ed.). (2003). Intensive Use of Groundwater: Challenges and Opportunities. Balkema. Publishers. Dordrecht, 478 pp. ISBN 9058013905.
- Llamas, M. R. and Martínez-Santos, P. (2005). Intensive Groundwater Use: Silent Revolution and Potential Source of Social Conflicts. *Journal of Water Resources Planning and Management*, American Society of Civil Engineers, September/October 2005, pp. 337-341.
- Llamas, M. R., Martínez-Santos, P. and de la Hera, A. (2007). The manifold dimensions of groundwater sustainability" in The global importance of Groundwater in the 21st century. Proceedings of the International Symposium on Groundwater Sustainability. Ragone, S., de la Hera,A., Hernández-Mora, N. (eds). National Ground Water Association Press, Ohio, USA, ISBN 1- 56034-131-9. pp. 105-116.
- Llamas, M. R. and López-Gunn, E. (2007). The role of Science and Technology in the soft path to solving conflicts about water. Presented in the Fundación R. Areces (Madrid) in the Scientific Meeting: WATER MANAGEMENT: TECHNOLOGY, ECONOMICS AND ENVIRONMENT. Madrid, January 19-20, 2007 (http://www.fundacionareces.es/agua_2006_prog.htm).
- Llamas, M. R., Martínez-Santos, P. & Hera, A. De La. (2008). Hydropolitics and Hydroeconomics of Shared Groundwater Resources: Experience in arid and Semiarid Regions. Paper presented in the Conference of the NATO ADVANCED STUDY INSTITUTE, Varna, Bulgaria, October 1-12, 2006. Published in OVEREXPLOITATION AND CONTAMINATION OF SHARED GROUNDWATER RESOURCES, Darnault,(ed.) Springer Verlag Science+Business Media, pp.415-431.
- Llamas, M. R., Martinez-Cortina, L. And Mukherji, A. (en prensa). Foreword. En WATER & ETHICS, Francis & Taylor Publishing Co. Preprint 14 pags.
- López-Gunn, E. and Llamas, M. R. (2008). Re-thinking water scarcity: Can science and Technology solve the gobal water crisis?. *Natural Resources Forum*, Vol. 32, pp. 228-238.
- Ministerio de Medio Ambiente (MIMAM). (2000a). El Libro Blanco del Agua en España. CD-ROM, Madrid, 600 pp.
- Ministerio de Medio Ambiente (MIMAM). (2000b). El Anteproyecto de Plan Hidrológico Nacional. Madrid, 5 volúmenes.
- Myers, N. and Kent, J. (1998). Perverse Subsidies. Their Nature Scale and Impacts. International Institute of Sustainable Development, Winnipeg, Canada, 210 pp.
- Porta, F. (2000). La Repercusión de la Directiva Marco del Agua en España: Retos y Oportunidades. (A. Fabra y A. Barreira, ed.), Instituto Internacional de Derecho y Medio ambiente, Madrid-Barcelona, pp. 119-135.
- Rijsberman, F. R. (2008). Water for Food:Corruption in irrigation systems. *Global Corruption report 2008: Corruption in the water Sector*, transparency International, Cambridge University Press, pp. 67-76
- Rogers, P., Llamas, M. R. and Martínez-Cortina, L. (2006). Foreword. In Water Crisis: Myth or Reality? (Rogers *et al.* (eds.). Taylor and Francis Group. London, pp. IX and X, ISBN: 100-415-36438-8.
- Suso, J. and LLamas, M. R. (1993). Influence of groundwater development on the Doñana National Park ecosystems (Spain). *Journal of Hydrology*, Vol. 141, pp. 239-269.
- Sahuquillo, A. Custorio, E. y Llamas, M. R. (2008). La gestion de las aguas subterráneas. Panel Científico-Técnico de Seguimiento de la Política de Aguas, Fundación Nueva cultura del Agua, Sevilla 24 de Enero de 2008, preprint 25 pags.

- Villoria, M. (2008). Spain. *Global Corruption report 2008: Corruption in the water Sector*, transparency International, Cambridge University Press, pp.271-275.
- Wolf, A. T. (1998). Conflict and cooperation along international waterways, *Water Policy*, nº 1, pp. 257-265.
- Wolf, A. T. (2008). Healing the Enlightenment Rift: Rationality, Spirituality and Shared Waters. *Journal of International Affairs*, Spring/Summer 2008, vol. 61, no.2, pp. 51-73.
- Wood, W. W. (1999). Water Use and Consumption: What are the Realities? *Ground Water*, Vol. 37, Nº 3, pp. 321-322.
- World Water Council (2000a). A Water Secure World. The World Commission for Water Report. 70 pp.
- World Water Council. (2000b). Final Report of the Second World Water Forum and Ministerial Conference. 233 pp.

