

ESCENARIOS EXISTENTES Y PROPUESTAS PARA EL AVANCE DE LA REGENERACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS EN ESPAÑA

Raquel Iglesias

Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)
Paseo Bajo de la Virgen del Puerto nº 3, 28005 Madrid (España)
Teléfono: + 34 91335 80 07; Fax: + 34 91335 79 94
E-mail: raquel.iglesias@cedex.es

RESUMEN

En esta exposición se analiza la situación actual en España de la reutilización de los efluentes depurados y sus posibles perspectivas futuras. En la primera parte de la exposición, se hace un breve repaso del balance hídrico estatal, con objeto de detectar las áreas más proclives a la reutilización, se resume el estado de la depuración mediante el grado de cumplimiento de la Directiva 91/271/CEE, el marco que esta directiva genera para el desarrollo de las actuaciones de reutilización, y los escenarios existentes de la reutilización en España con sus avances, problemas y proyecciones futuras.

En lo referente a las propuestas para el avance de la reutilización, se evalúa la importancia de los efluentes depurados dentro de la gestión integral de los recursos hídricos, las exigencias de una reutilización planificada y los aspectos técnicos, económicos y legislativos que estas actuaciones conllevan. En el ámbito normativo, se hace especial hincapié en el contenido del proyecto de regulación estatal sobre “condiciones básicas para la reutilización de efluentes depurados” al que recientemente se le ha dado otra revisión para propiciar definitivamente su lanzamiento dentro del cuerpo legislativo español.

Entre las exigencias que deberían cumplir las actuaciones de reutilización para su avance y gestión en el computo tradicional de los recursos hídricos, se evidencia la necesidad de contar con una planificación real del recurso dentro del conjunto de recursos hídricos de una zona, una apertura de información y colaboración entre las distintas administraciones que están implicadas en estas actuaciones, un marco normativo que fije un modelo de actuación para esta actividad, unos estudios de demanda, de costes y de beneficios, unos instrumentos fiables para el control del riesgo inherente a esta práctica, una participación e información ciudadana, un sistema de financiación y un desarrollo de estudios e investigaciones donde poder apoyar las diferentes tomas de decisión sobre estos temas.

Palabras clave: déficit, depuración, escenarios, propuestas, reutilización.

LOS RECURSOS HÍDRICOS EN ESPAÑA

El balance hídrico

En lo que se refiere a la existencia de recursos hídricos en España, las estimaciones establecidas en el Libro Blanco del Agua en España (2000) cifran los recursos totales renovables (superficiales más subterráneos en régimen natural) para nuestro país en 111.000 hm³/año, de los cuales el 74% proceden de escorrentías superficiales y el 26% son subterráneos. Un rasgo fundamental es la gran irregularidad y diversidad hidrológica existente, siendo muy variable la precipitación existente en función de las zonas de que se trate. Otros factores tales como los distintos tipos de suelo, la vegetación, la evapotranspiración y la naturaleza de los acuíferos hacen que las respuestas frente a fenómenos pluviométricos, sean completamente diferentes.

Debido a esto, en España, se han ido realizando infraestructuras que han aumentado el recurso disponible. Existen actualmente más de un millar de presas con una capacidad de almacenamiento de aproximadamente 56.000 hm³ siendo 300 de ellas las que almacenan el 98% del total y se estima en más de un millón, el número de pozos y captaciones subterráneas existentes, contándose con más de 5.000 Km. de conducciones de abastecimiento y más de 10.000 Km. en conducciones de riego.

Las demandas hídricas recogidas en los Planes Hidrológicos de Cuenca dan un valor global de la demanda anual estimado aproximadamente en 35.300 hm³/año. En la *Tabla 1* se presenta el desglose de estas demandas entre los principales usos.

Tabla 1. Demandas hídricas en España. Libro Blanco del Agua, 2000.

Usos	Demanda anual (hm ³ /año)	Porcentaje %	Porcentaje consumido, %	Vertido (hm ³ /año)
Urbana	4.667	13,2	20	3.733,6
Industrial	1.647	4,6	30	1.152,9
Regadío	24.094	68,2	80	4.818,8
Refrigeración	4.915	14,0	0	4.915,0
Total	35.323	100,0	58	14.620,3

Una vez definidos tanto los recursos como las demandas anteriormente indicadas y se realizan balances hídricos temporales, refiriendo éstos a los sistemas de explotación existentes en la actualidad, se presentan amplias zonas en las cuales bien de forma coyuntural o permanente hay déficit de recursos hídricos.

Las zonas de déficit permanente se concentran en el litoral mediterráneo y en los archipiélagos Canario y Balear, y es por tanto en estas áreas, donde existen más proyectos realizados y más expectativas de reutilización. Además, el déficit hídrico ha aumentado como consecuencia del fuerte desarrollo turístico y agrícola, y la imposibilidad de obtener recursos convencionales debido al deterioro del medio hídrico y a la dificultad para realizar nuevas obras civiles de captación del recurso.

Disponibilidad de los recursos hídricos

Dentro de las posibilidades de disponibilidad de los recursos hídricos, se considera a la reutilización un recurso no convencional que puede incrementar los usos del agua ya utilizada y en el caso de los vertidos de depuradoras directos al mar, aumentaría no solo la cantidad de usos sino también el volumen de los recursos hídricos disponibles en la zona. La mejora de la calidad de los efluentes es el elemento clave en la disponibilidad y gestión del agua. El agua regenerada puede sustituir usos que no requieran una calidad elevada, liberando volúmenes de mejor calidad para otros usos más exigentes o si la necesidad hídrica es extrema, y económicamente el balance es favorable, se puede alcanzar cualquier calidad para cualquier uso. En definitiva, hay que establecer dónde realmente es necesaria esta intervención y esta decisión suele tomarse en base a unos riesgos, unos costes de oportunidad y unos beneficios.

El beneficio de una actuación de reutilización tiene que ser visto desde la globalidad y no únicamente desde el beneficio directo del usuario, al que se le aporta el agua, debiendo considerarse, aquellos beneficios medioambientales y sociales que repercutirían a la baja en el precio del agua regenerada.

La reutilización en la realidad española contribuye, fundamentalmente, a garantizar una mayor fiabilidad y regularidad del agua disponible, liberar recursos de mejor calidad y resolver problemas medioambientales tales como la mejora de la calidad de los ríos, en zonas de baño a no tener que recurrir a infraestructuras como los emisarios submarinos para asegurar la calidad de la costa, la preservación de los caudales ecológicos o la intrusión marina en los acuíferos.

Una de las exigencias para poder planificar las actuaciones de reutilización es la disponibilidad del efluente de las estaciones depuradoras. Las EDAR que se han incrementado por la obligatoriedad de la directiva 91/271 CEE sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas, desarrollada en el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración 2000-2005. Este Plan es la pieza fundamental de planificación que tiene el Ministerio de Medio Ambiente junto a las CCAA para la realización de las diferentes infraestructuras en materia de saneamiento y depuración y que promueve garantizar la calidad del vertido. Con la promulgación de la Ley 11/1995 y el Real Decreto 509/1996, se transponen al ordenamiento jurídico español todos los elementos normativos establecidos en la citada Directiva.

En España, el 84 % de la población equivalente total está afectada básicamente por la aplicación de la Directiva, correspondiéndose con las aglomeraciones mayores de 2.000 h-e en aguas continentales y estuarios, y mayores de 10.000 h-e en aguas costeras, con una carga contaminante total que sobrepasa los 70 millones de h-e.

Para el 16 % restante, unos 13 millones de h-e. (datos estimados en fase de revisión), la Directiva exige realizar "un tratamiento adecuado" para el cumplimiento de otras Directivas o de los objetivos de calidad fijados en el medio receptor.

Con respecto a la carga contaminante por tipo de zona según la Directiva, el 87% del total de la población afectada se encontraba en "zonas normales", el 2% en "zonas menos sensibles" y el 11% en "zonas sensibles". Estos porcentajes están en objeto de revisión con una propuesta de ampliación de zonas sensibles que puede llegar hasta el 24%.

La magnitud de los esfuerzos económicos en principio cuantificada en 1,9 billones de pesetas (11.400 millones de euros aproximadamente) obligó a la coordinación de las actuaciones de las distintas Administraciones (Central, Autonómica y Local) y a realizar un Plan Nacional de Depuración. Este plan canalizó las ayudas de la UE (Fondos de Cohesión y otros Fondos europeos) que fueron de vital importancia.

La situación en la que se encontraba el Plan de Saneamiento y Depuración en España, a fecha de diciembre de 2004, en función de los niveles de tratamiento establecidos en la Directiva 91/271/CEE, puede verse en la *Tabla 2*.

Tabla 2. Aglomeraciones de más de 2.000 h-e en aguas continentales y más de 10.000 h-e en zonas costeras.

Conformidad	Población afectada habitantes equivalentes	Porcentaje %
Conforme	49.810.000	71
En construcción	11.220.000	16
No conforme	9.100.000	13

Notas:

- a) Número de aglomeraciones afectadas: 2.700.
- b) Carga total afectada: 70.130.000 h-e.

Aunque se ha avanzado considerablemente en el estado de la depuración, se debe destacar que existen todavía deficiencias, no sólo en la construcción de los tratamientos adecuados para toda la carga contaminante que se exige en la Directiva, sino en la regularidad de la calidad de los efluentes que ya se están depurando. En ocasiones, las variaciones de calidad del efluente depurado, son consecuencia del mal manejo de la planta, bien por la inexperiencia de los operarios, costes a la baja ofrecidos por el explotador e insuficientes para una correcta explotación, o por carencias constructivas de la misma. Otras veces, el efluente se ve afectado por vertidos incontrolados, normalmente de procedencia industrial, y en los casos donde el deterioro de la red de saneamiento permite entradas de salinidad muy altas a través de los colectores que están a ras de costa, el efluente no solo afecta al medio receptor sino que exige un tratamiento adicional de desalación para su reutilización. Al ser los efluentes depurados “la materia prima” de la reutilización, sus características deben ser uniformes para garantizar un resultado adecuado en los posteriores tratamientos de regeneración sin desviaciones apreciables en los costes previstos de los mismos.

La situación actual no es la mejor en cuanto a la explotación de las EDAR, ya que existe por parte de las empresas especializadas, una tendencia muy marcada a presentar ofertas a la baja y una aquiescencia por parte de la Administración al admitir dichas ofertas totalmente alejadas de la realidad respecto a los costes de explotación y mantenimiento. Esta escasez de medios repercute en la regularidad de la calidad del efluente depurado con la correspondiente incidencia en el tratamiento de regeneración.

La necesidad que promueve la Directiva 91/271/CEE de obtener un agua depurada con una buena calidad en el vertido, puede relacionarse con las características que pudieran exigir ciertos usos aguas abajo. Existen casos donde el agua depurada solo con un tratamiento adicional de desinfección, puede ser adecuada para algunos usos de reutilización. En otros muchos casos se hace necesario un tratamiento adicional más completo. En algunos planes de saneamiento, este tratamiento de regeneración ya está siendo incorporado, no con el objetivo del uso posterior, sino como un objetivo de afino de la calidad de vertido. Por lo tanto, los

costes de implantación de los tratamientos de regeneración, se están realizando a través de la financiación del saneamiento, evitando la repercusión del coste del tratamiento de regeneración al usuario del agua regenerada. Esta situación desvirtúa la planificación de la reutilización y dificulta el uso eficiente del recurso.

En definitiva, la Directiva 91/271/CEE facilita la reutilización, no por ser un objetivo de la misma sino por crear un ámbito de mejora de la calidad de los efluentes depurados y un incremento del volumen de los mismos.

Finalmente, no se puede terminar esta exposición relativa a la planificación hidrológica y disponibilidad del recurso hídrico, sin citar el Plan Nacional de Regadíos. Esta figura, cuya redacción ha sido sensiblemente paralela a la elaboración del Plan Hidrológico Nacional, se considera clave a la hora de planificar correctamente los recursos hidráulicos, ya que en la actividad agrícola se consume aproximadamente 24.000 hm³/año, lo que supone el 68% del consumo total de agua en España. Este Plan, aprobado en abril de 2002, tiene como finalidad la modernización y mejora de las infraestructuras actuales del regadío. Esta medida podría ser un buen marco de actuación para planificar conjuntamente las infraestructuras necesarias para la reutilización directa de efluentes depurados.

Aunque dentro del cómputo nacional de los actuales recursos hídricos, la reutilización solamente representa, sobre el recurso hídrico disponible, estimado en 45 km³/año (*MAPA 2004*), un 0,9 % al año, hay que tener en cuenta que este porcentaje aumenta considerablemente según la zona que se esté evaluando, convirtiéndose frecuentemente en las zonas con déficit hídrico, bien estructural o coyuntural, en el único recurso disponible o al menos, en un volumen con una entidad estratégica. Uno de los casos más representativos de esta situación podría ser, entre otros, la isla de Gran Canaria, donde el porcentaje de reutilización en estos momentos, sobre los recursos hídricos disponibles, ya sobrepasa el 20 %.

LA REUTILIZACIÓN EN ESPAÑA

Evolución de la reutilización

El volumen máximo de reutilización en España está limitado por la cantidad de agua urbana depurada, la situación geográfica respecto al uso de estas instalaciones (no hay que olvidar que en la mayoría de los casos el coste de distribución del agua regenerada por m³ es muy superior al del tratamiento de regeneración de este m³), la demanda, la aceptación que tenga este recurso y la viabilidad económica y medioambiental del mismo. Ya en el Libro Blanco del Agua en España (2000) se preveía como el volumen máximo de efluentes depurados, una vez finalizado el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración en cumplimiento con la Directiva 91/271/CEE, unos 3.500 hm³/año, de los cuales, aproximadamente 1.200 hm³/año podrían ser reutilizados. En estos momentos se depura unos 2.400 hm³/año de los cuales aproximadamente un 17 % se reutilizan.

Como conclusión, se puede decir, que el máximo que podría representar el volumen reutilizado en el global de los recursos hídricos disponibles, una vez finalizado el PNSyD, sería de aproximadamente un 2,67 %. Este porcentaje bajo en comparación a otros recursos disponibles, se vuelve estratégico e incluso imprescindible en zonas de España cuyo déficit es sobre todo estructural.

En el año 2001, existían en España alrededor de 140 actuaciones de reutilización, que cubrían una demanda de aproximadamente 346 hm³/año. Se encontraban en fase de proyecto y construcción otra serie de actuaciones que suponían una ampliación del volumen reutilizado en unos 290 hm³/año adicionales, en un periodo no superior a 5 años. Como puede verse en la *Tabla 3*, el riego agrícola era el aprovechamiento más generalizado, suponiendo el 82 % del volumen total. En la *Figura 1* se puede ver la distribución del volumen reutilizado en este mismo año 2001 por cuencas hidrográficas.

Tabla 3. Reutilización directa en España en el año 2001 (Fuente: P. Catalinas, E. Ortega. CEDEX, 2002)

Usos	Volumen hm ³ /año	Porcentaje %
Riego agrícola	284,9	82,3
Usos municipales	24,0	7,0
Usos recreativos y campos de golf	20,6	6,0
Usos industriales	2,5	0,7
Usos ecológicos	14,0	4,0
Total	346,0	100,0

REUTILIZACIÓN EN ESPAÑA. AÑO 2001.

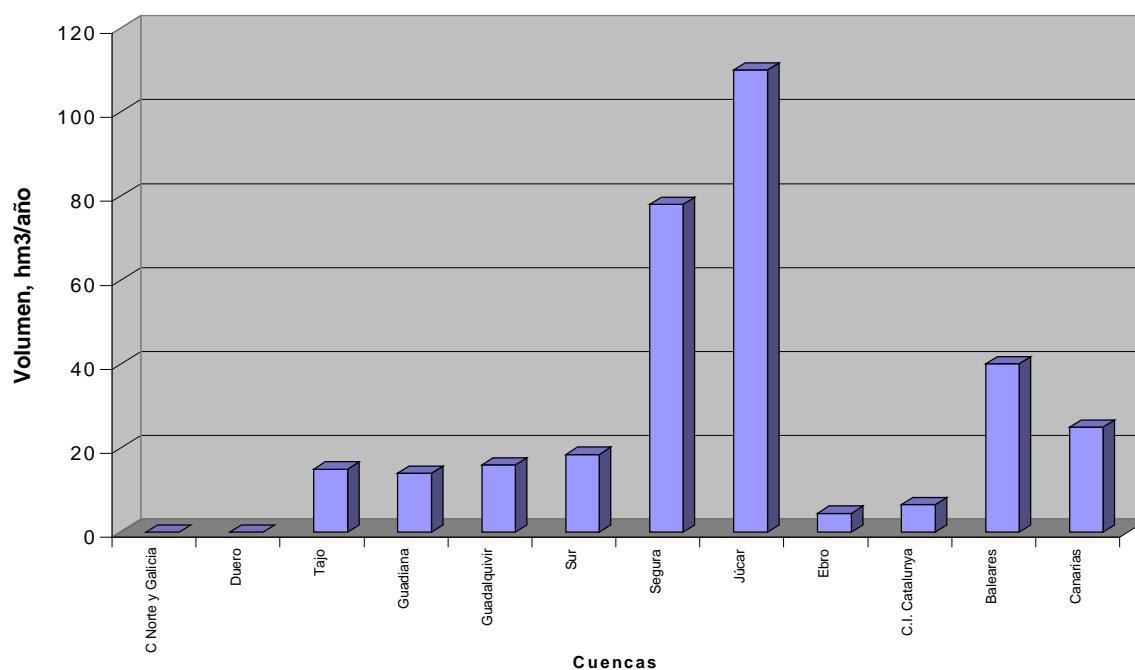


Figura 1. Volúmenes de la reutilización directa por CC.HH. en España en el año 2001 (Fuente: P. Catalinas, E. Ortega. CEDEX, 2002).

La evolución desde entonces ha sido la esperada, las actuaciones de reutilización se han incrementado a más de 255, y a fecha de hoy puede estimarse que se reutiliza, con o sin tratamiento de las aguas depuradas, unos 400 hm³/año en todo el territorio nacional.

La primera estimación que se recogió en el Libro Blanco del Agua del 2000 de 636 hm³/año para el año 2006, ha quedado un poco sobredimensionada respecto a la realidad actual incluso contando con los proyectos de reutilización que están en fase de diseño o de

ejecución en estos momentos, pero lo que está claro, es que existe la tendencia de aumentar estos volúmenes de agua reutilizada bien por necesidad, concienciación ambiental o por tener que cumplir con las diferentes Directivas Europeas.

La mayoría de los proyectos realizados o en fase de estudio en España, tienen fines agrícolas, aunque se está detectando una tendencia a reutilizar con un objetivo medioambiental. Este aumento del volumen de agua reutilizada en fines medioambientales va a ser reforzado en el futuro por las exigencias de Directivas como la Marco o por proyectos como el del Baix de Llobregat en Cataluña, con 50 hm³/año, para el control de la intrusión marina.

Como puede observarse en las estimaciones realizadas en la *Tabla 4*, basadas fundamentalmente en la base de datos sobre reutilización que está realizando actualmente el CEDEX por toda la geografía española, y por lo comentado anteriormente, aparte de otras circunstancias futuras como el cumplimiento de la PAC (Política Agraria Común) que obligará a una reducción de la producción y extensión agrícola, los porcentajes en los distintos usos de agua regenerada tienden a reducirse en el uso agrícola y aumentarse en otros usos como los urbanos o los medioambientales.

Tabla 4. Proyección de la reutilización directa en España para el año 2005 según los distintos usos (elaboración: R. Iglesias. CEDEX, 2005).

Usos	Volumen hm ³ /año	Porcentaje %
Riego Agrícola	323,8	79,3
Usos Municipales	32,7	8
Usos Recreativos y campos de golf	24,9	6,1
Usos Ecológicos	23,7	5,8
Usos Industriales	3,3	0,8
TOTAL	408,3	100,0

Los distintos escenarios de la reutilización en España

En España, existen distintos escenarios de reutilización con necesidades muy diversas dentro de la planificación de la reutilización de efluentes depurados.

Una de las actuaciones pioneras en el campo de la reutilización fue la que desempeñó la Comunidad de Regantes de Arrato en la década de los ochenta. Debido al desajuste hídrico que sufría la ciudad de Vitoria-Gasteiz y la agricultura desarrollada en la cuenca del río Arrato, la Diputación Foral de Álava, tras petición de los afectados, estableció en el año 1988, un Plan para la reutilización integral de las aguas residuales depuradas de esta zona. En este marco, la Comunidad de Regantes de Arrato solicitó una concesión por 400 l/s de las aguas depuradas de esta ciudad, ejecutando, como primera actuación, las infraestructuras necesarias para regar unas 3.500 ha. de cultivo. En el año 1995, invirtieron en un tratamiento de regeneración basado en tres módulos independientes basados en físico-químico con decantación lamelar más filtración por arena y desinfección por hipoclorito, que les permite tener una capacidad máxima de 34.560 m³/día y un rango de 400 l/s hasta 1.600 l/s. A partir del año 1996, se pone en marcha este tratamiento de regeneración satisfaciendo una demanda de 3 hm³/año.

Los resultados de esta experiencia fueron tan satisfactorios, que en la actualidad, se ha terminado la segunda fase del Plan que amplía el caudal reutilizado a 12,5 hm³/año, de los cuales, una parte sirven para regar otras 6.500 ha. de cultivo y el resto, se transportarán al

fondo de la presa que abastece la ciudad de Vitoria-Gasteiz, para poder mantener el caudal ecológico del río, sin detrimento del agua de abastecimiento.

En un intento de resumir la panorámica española, se podría decir que se distinguen cuatro escenarios dentro de la reutilización de los efluentes depurados:

1) El Levante español

En este escenario la reutilización, sobre todo en agricultura, es un hecho desde tiempos inmemoriales. El “monouso agrícola” en las cuencas del Segura y el Júcar, con un 98 % del volumen total del agua reutilizada destinada a este uso, ya representaba en el 2001, *Tabla 4*, más del 55% del agua reutilizada en toda España, dando muestra elocuente de la importancia de este recurso en estas cuencas a nivel global.

Dentro del Levante se distinguen los casos de la Región de Murcia, con una reutilización de marcado carácter histórico, donde la distribución se realiza a través de canalizaciones construidas en tiempos de los moriscos, y Valencia, donde las actuaciones de reutilización surgen de unas necesidades hídricas que promueven el uso de este recurso.

En Murcia, la reutilización de los efluentes depurados de una forma indirecta o con algún tipo de mezcla normalmente con retornos de riegos u otros recursos hídricos, “reutilización mixta”, y no una vez, sino repetidas veces, da una idea de la necesidad hídrica que padece esta Comunidad Autónoma tal y como está establecida su base de desarrollo socio-económico. Lo que al principio de la cuenca es una reutilización indirecta, pasa a ser aguas abajo una reutilización casi directa, al convertirse los cauces naturales, en meros sistemas de transporte del agua residual depurada. La descarga de las aguas depuradas en un complejo sistema de distribución constituido por canales, acequias, ramblas o azarbes, junto a los sistemas de recogida de las escorrentías de los regadíos con los que están conectados, y otras aportaciones de recursos hídricos como es el agua trasvasada Tajo-Segura, dificulta el establecimiento de una reutilización directa planificada.

Ante la realidad de no poder controlar este sistema de distribución tan complejo por sus múltiples ramificaciones a las distintas zonas de uso, parece que las administraciones murcianas competentes en estos temas, están instando por una solución de carácter “envolvente”, es decir, dotar a la mayoría de las aguas depuradas de la calidad sanitaria suficiente para el uso más extendido, el agrícola. Este objetivo se está desarrollando dentro del Plan Director de Saneamiento, Depuración y Reutilización que en estos momentos la Región de Murcia está confeccionando. Se está proyectando, en el 90 % de las nuevas estaciones depuradoras, un tratamiento de regeneración que en la mayoría de los casos consiste en una línea de físico-químico con filtración de gravedad por arena y una desinfección por ultravioletas. Esta línea de regeneración es más que suficiente para garantizar unas condiciones sanitarias aguas abajo, aún estando la capacidad de autodepuración del medio receptor muy mermada.

Esta forma de planificar los efluentes regenerados se aleja de un sistema de reutilización directa propiamente dicho, donde el efluente se trata en función de un uso predeterminado y la distribución es directa desde el tratamiento hasta el punto de uso. Además, los usuarios precisarían de unas peticiones concesionarias, de unos costes por el tratamiento de regeneración y unos controles para satisfacer una normativa que por el momento no existe.

Actualmente en Murcia se reutilizan de forma directa, indirecta o mixta unos 106 hm³ al año, de los cuales, solamente el 20 %, tienen algún tipo de tratamiento de regeneración.

Respecto a la Comunidad Valenciana, una actuación de la planificación de efluentes depurados que cabe destacar por contar con un volumen potencial de 200 hm³/año, es la del plan referente a la reutilización de efluentes depurados de la periferia del área metropolitana de Valencia. Este plan pretende satisfacer las demandas de los regadíos tradicionales de L'Horta sin dejar de lado las necesidades ambientales de la zona. En este cometido están implicadas unas siete depuradoras, los tratamientos de regeneración pertinentes e infraestructuras necesarias, incluyendo modernización de regadíos, con el objetivo de producir al menos 103 hm³/ año de agua regenerada, de los cuales 72 hm³/ año irán a estos regadíos y el resto, con un tratamiento de eliminación de nutrientes, fluirán como caudal ambiental para mantener las condiciones naturales de la laguna litoral de la Albufera.

La Comunidad Valenciana, donde ya se hablaba de 124 hm³ reutilizados en el año 2000, en su mayoría como efluentes mixtos, pasan a ser en la actualidad, unos 140 hm³, el 30 % del caudal depurado. Según el II Plan director de saneamiento de la Comunidad Valenciana en relación con la reutilización de las aguas depuradas incluye directrices, objetivos, criterios y actuaciones de reutilización. El potencial de reutilización directa que presentan puede llegar hasta los 272 hm³ con las líneas de tratamientos de regeneración ya instaladas y las propuestas hasta el próximo año 2006. Valencia con este II Plan director en marcha, demuestra el esfuerzo que está realizando tanto en planificación como en inversión en tratamientos de regeneración para alcanzar una desinfección de al menos 200 u.f.c/100 ml E.coli para los efluentes regenerados destinados a la agricultura.

Según lo recogido en la base de datos sobre la reutilización de los efluentes regenerados del CEDEX, Valencia podría llegar a contar con una capacidad de reutilización en los próximos 5 años de 330 hm³/año y reutilizó, en el 2004, unos 128,37 hm³. Estos y otros datos, no están consensuados por las diferentes administraciones y usuarios implicados, creándose por tanto, distintas realidades de la reutilización de efluentes depurados en esta Comunidad.

La necesidad de aunar esfuerzos entre todos los entes implicados en esta actividad, es ineludible en este primer escenario, si se quiere conseguir establecer un ambiente idóneo de planificación y sobre todo, de control y aceptación por parte de los usuarios de estos efluentes depurados regenerados.

2) Los archipiélagos Canario y Balear

En este escenario, totalmente insular, la salinización de los acuíferos y la inexistencia de recursos hídricos superficiales han creado una situación de déficit hídrico estructural que se ha ido solventando con desalación y reutilización desde hace más 20 años.

En lo que se refiere al archipiélago Canario, desde los años setenta, las islas orientales han sido pioneras en el reutilización directa de aguas residuales regeneradas. La aportación de este recurso ha sido, desde los inicios de esta práctica, base para la planificación hidrológica de las islas a la hora de complementar y sustituir otros recursos convencionales.

En el periodo 1996-99 surgen los distintos Planes Hidrológicos de cada isla donde se incluían criterios y planes de reutilización. Las propuestas de estos planes estaban encaminadas a

conseguir el 100 % de la reutilización de los efluentes depurados para usos como el agrícola, recreativos, zonas verdes o recarga de acuíferos. Para llegar a este fin incluían en la planificación las redes de distribución necesarias, que en ocasiones comportaba la construcción de muchos kilómetros para trasvasar el agua de un lado al otro de la isla, el apoyo a la construcción de nuevas redes de riego así como la modernización de las ya existentes y la constitución de organismos específicos para la gestión global de este recurso.

La necesidad de aplicar tecnologías de desalación, al contar con un efluente depurado con altas concentraciones en sales inaceptables para el riego de cultivos de estas zonas, incitó a iniciar líneas de investigación en estas tecnologías, realizándose múltiples estudios por parte de entidades públicas y privadas que ayudaron a establecer las líneas de tratamiento más oportunas.

En los años ochenta, el Cabildo Insular de Tenerife, inició un ambicioso proyecto cuyo objetivo era trasvasar los efluentes depurados generados en la ciudad de Santa Cruz al Valle de San Lorenzo situado en el sur de la isla, donde se encuentra, en estos momentos, la mayor extensión de regadío de todo archipiélago, unas 750 ha. de cultivo. Para este cometido, se realizaron importantes esfuerzos económicos en infraestructuras, como la construcción de un acueducto de más de 50 Km. de longitud, un depósito de almacenamiento de 15.000 m³ de capacidad y una balsa de regulación final de 250.000 m³ y líneas de tratamientos de regeneración que incluían etapas de desalación, con una capacidad total de 8.000 m³/día. Además, la gestión de todas estas infraestructuras y tratamientos está garantizada al existir una empresa pública BALTEN encargada de la misma, que ya en el año 2001, satisfacía una demanda de 6 hm³/año. En el año 2002, a pocos kilómetros del Valle de San Lorenzo, se construyó un nuevo tratamiento de regeneración en la línea de los anteriores, filtración, EDR e hipoclorito sódico, con una capacidad de 12.000 m³/día. En estos momentos, año 2005, están con una producción de más 8 hm³/año.

Dentro del archipiélago Canario, la isla de Gran Canaria, es un ejemplo a seguir a la hora de la planificación y gestión de los efluentes regenerados. Para el horizonte 2012, esperan reutilizar más del 50 % del total de volumen estimado depurado para todas las islas, 43.5 hm³/año reutilizado, y haber construido una red de distribución de más de 180 Km.

Gran Canaria, en el año 2001, ya reutilizaba más de 27 hm³, alrededor del 38 % de sus aguas residuales depuradas, constituyendo sin duda, el caso más avanzado de la planificación de efluentes depurados en España. En sus actuaciones, se incluían las infraestructuras necesarias para la distribución y el control del efluente, estudios de viabilidad e incluso análisis de tecnologías, a través de diferentes entidades públicas y privadas, de las que se sacaron importantes conclusiones en campos como el de la desalación (informes del DERE, Centro de investigación de Demostración en Reutilización de Aguas).

Tabla 5. Evolución de los recursos, en hm³, en la isla de Gran Canaria (1993-2012).

Tipo de recurso	1993	1996	2002	2006	2012
Reutilización	0,0	7,2	20,8	39,5	43,5
Desalación	21,0	45,2	88,9	89,6	101,5
Subterráneo	98,0	80,1	39,1	30,6	23,6
Superficial	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0

La isla estableció unos sistemas de gestión y financiación de las actuaciones de reutilización, que proporcionaron, en el 2001, el empuje definitivo a este recurso. Por la trayectoria adoptada

desde el año 1993 (ver *Tabla 5*), parece, más que probablemente, que Gran Canaria pueda llegar al objetivo que se propuso para el 2012, la sustitución de más del 30 % del recurso subterráneo por recursos no convencionales, desalación y reutilización, es decir, un volumen de más de 140 hm³/año.

En definitiva, el archipiélago Canario considera al agua regenerada una fuente de recursos hídricos estratégica y por tanto, es un escenario que habrá que seguir de cerca en los próximos años, teniendo en cuenta además, que reutilizarán unos 80 hm³ en el año 2012, que en estos momentos representaría, el 20% del agua reutilizada en todo el ámbito estatal.

En lo referente a las Islas Baleares, en el año 1988, la creciente necesidad de recursos hídricos provocados por la masiva afluencia de turistas a las islas, trajo consigo leyes como la 12/1988 referente al uso de agua regenerada en campos de golf. En el año 1995, vio la luz el primer Plan de Depuración y Reutilización de las aguas depuradas y unas guías para su uso. Se publicó un documento técnico donde se declaraba la necesidad de un informe preceptivo y vinculante de la Conselleria de Sanidad, según establece RD 849/1986, Reglamento del Dominio Público Hidráulico, y los criterios sanitarios para cada tipo de uso. En 1997, se aprobó un “Plan Integrado para la Reutilización de Aguas Tratadas en las Islas Baleares” en el que se planteaba la reutilización del 100% de las aguas depuradas. Se desarrolló en el 2001, dentro del Plan Hidrológico de las Islas Baleares, las infraestructuras necesarias para que en el año 2016 se reutilizara más del 90 % estas agua depurada, unos 75 hm³. En este mismo año 2001, se reutilizaban unos 25,85 hm³/año, alrededor del 32% de las aguas residuales depuradas en las islas.

En la actualidad, en el archipiélago Balear existen muchas iniciativas en este campo de la reutilización por parte de las diferentes empresas gestoras del agua depurada, aunque en la práctica, el avance es menor que en el archipiélago Canario.

3) Zonas con reutilización más planificada y diversificada

En el tercer escenario de la reutilización en España se podría incluir aquellas zonas donde se está diversificando más el recurso en cuanto a usos y el agrícola deja de ser el uso predominante. Son los casos de la Comunidad de Madrid o Cataluña donde se percibe una mayor colaboración entre las distintas administraciones e instituciones implicadas en estas actuaciones de reutilización y un mayor avance en cuestiones de normativa.

En Cataluña, el Departamento de Sanidad de la Generalitat, ya en el año 1994, sacó una guía de prevención del riesgo sanitario derivado de la reutilización de aguas depuradas y unas recomendaciones para el diseño y control de estas actuaciones. En el 2003, en base al borrador estatal de Real Decreto de 1999 sobre las calidades mínimas para la reutilización de aguas depuradas, publicaron unas calidades del agua depurada para los distintos usos. En 2005, han sacado una normativa para el riego de campos de golf y están en pleno desarrollo de un Plan de Reutilización.

Dentro de este ámbito de la reutilización en Cataluña, se debe destacar la labor que ha venido realizando el Consorcio de la Costa Brava (CCB) durante estos últimos 20 años. El Consorcio, desde su fundación en 1971, agrupa más de veinte municipios y dedica su actividad tanto al abastecimiento como a la depuración y reutilización de las aguas depuradas, cerrando así el ciclo del agua y dando una idea, del interés que tiene esta región en reutilizar sus aguas de una

manera controlada y directa. La creación del CCB tuvo como objeto paliar una necesidad económica, vinculada al desarrollo turístico de la zona. Con sus proyectos han demostrado que la preservación del medio ambiente asegura el crecimiento de las actividades turísticas, y por lo tanto, el desarrollo económico no es antagónico a la conservación medioambiental.

El total de agua residual depurada en esta franja del litoral catalán es de unos 35 hm³/año, de los cuales 5,6 hm³/año se están reutilizando en usos como campos de golf, jardinería, ambientales o urbanos no potables.

Hay que agradecer la preocupación que ha demostrado el CCB a la hora de aportar experiencias en estos temas y realizar, desde el año 1985, jornadas técnicas, donde expertos, científicos y profesionales de la reutilización, tienen la oportunidad de intercambiar nuevos trabajos y reflexiones. Sin duda, es una buena práctica para propiciar el avance y el entendimiento de la reutilización en este país.

Otro ejemplo de la buena disposición por realizar actuaciones de reutilización, es el del Ayuntamiento de Sabadell donde se está desarrollando un reglamento municipal que no se limita exclusivamente a los criterios de calidad para los distintos usos sino que recoge incluso la ejecución de la distribución y metodología de control de estos efluentes regenerados.

Se estima que Cataluña reutilizó el pasado año 2004 unos 30 hm³/año y en los dos próximos años la capacidad de reutilización llegará hasta los 53,2 hm³/año, sin contar con grandes actuaciones como la del Baix Llobregat que por sí sola aportará unos 50 hm³/año como ya se comentó con anterioridad.

La reutilización en la Comunidad de Madrid llegó de una manera puntual para satisfacer una serie de necesidades de agua no potable, sobretodo de carácter urbano, riego de jardines, baldeo de calles y limpieza de los colectores de la red de saneamiento pero, en estos últimos años, la concienciación social respecto a los temas medioambientales ha establecido nuevos objetivos en el uso de este recurso no convencional.

En el 2001 la Comunidad de Madrid estaba reutilizando entre 14 y 15 hm³/año de los cuales, sin duda, el Ayuntamiento de Madrid es el que más volumen gestiona. La ciudad de Madrid espera reutilizar unos 21,7 hm³/año para el 2008 en usos municipales y completar la red de distribución a este efecto. En tema de normativa la Comunidad de Madrid ha estado amparada por la Cuenca Hidrográfica del Tajo que ya en el 2000, incluyó en su cuerpo legislativo el tema de la reutilización. La Confederación fijó unos límites y recomendaciones basados en el borrador de Real Decreto de las calidades mínimas para la reutilización de aguas depuradas propuesto por el MMA en el 1999 para la práctica de esta actividad. Aún así, el Ayuntamiento de Madrid quiere llegar más allá y desarrollar un reglamento para la ejecución de obras y el uso de este tipo de instalaciones. Del Ayuntamiento, las dos plantas que en estos momentos están aportando casi la totalidad del volumen de agua reutilizada a la ciudad de Madrid son Viveros y La China, con una capacidad total de ambas de 0,2 hm³/día y un caudal reutilizado de 4,53 hm³/año.

La Comunidad de Madrid y el Canal de Isabel II están trabajando conjuntamente en la elaboración de un Plan de Reutilización. El Canal de Isabel II por su parte, tiene diferentes proyectos de reutilización en el territorio de la Comunidad de Madrid de los que se puede destacar los 0,63 hm³/año destinados al parque temático situado en Ciempozuelos y el campo de golf de Fuente El Saz.

4) Zonas con reutilización incidental

El último escenario de la reutilización en España incluiría a aquellas zonas donde se reutiliza puntualmente con objeto de paliar una necesidad concreta sin que exista una planificación global de los recursos hídricos disponibles. Son los casos donde ni la comunidad autónoma ni el organismo de cuenca correspondiente, han incluido en su planificación la reutilización de los efluentes depurados. Es el ejemplo de Andalucía, donde se han establecido importantes actuaciones de reutilización en función de las necesidades de la actividad turística o agraria y la problemática del déficit hídrico u orografía de las zonas a tratar.

En materia de legislación, en el año 1995 la Consejería de Sanidad en Andalucía publicó unos criterios de evaluación de los proyectos de reutilización y pocos años más tarde se publicó un reglamento autonómico en el que se obligaba a los nuevos proyectos de campos de golf a contemplar la alternativa de regar con agua regenerada. Desde entonces no se ha avanzado más en este campo y se está a la espera de una reglamentación estatal incluso europea.

Las áreas más importantes en cuanto a actuaciones de reutilización en Andalucía se podrían dividir en:

- La Costa del Sol Occidental, donde se concentra una de las mayores infraestructuras turísticas de España con una amplia oferta al turismo asociado a los campos de golf.
- La Costa del Sol-Axarquía, donde los objetivos de la reutilización en usos como jardinería y agricultura entran dentro del Plan de Saneamiento integral para conseguir la depuración del 100% de las aguas y mejorar la calidad de las aguas de baño.
- El área correspondiente a la costa almeriense, donde la reutilización ha tenido sus éxitos, proyectos como el desarrollado por la Comunidad de Regantes de las Cuatro Vegas que están regenerando más de 6 hm³/año para uso agrícola, y sus probables fracasos, como lo proyectado dentro del Plan de Depuración y Reutilización integral del año 1993 para la comarca “Campo de Dalías”. En esta área se preveía la reutilización de más de 10 hm³/año para el año 2002, al encontrarse la zona, en un proceso de degradación tanto de las costas, por la calidad de los vertidos urbanos emitidos, como de los acuíferos, por intrusión marina y agotamiento de los mismos, debido fundamentalmente, a la masiva agricultura invernadero desarrollada en la zona. En la actualidad, los tratamientos de regeneración, que incluyen membranas para poder tratar los efluentes secundarios con alta salinidad, están parados.

La Costa del Sol Occidental desde los años 90, ha ido desarrollando dentro del Plan de Saneamiento, Depuración y Reutilización de la zona, y en colaboración del MMA y la Confederación Hidrográfica del Sur, una serie de actuaciones con el objeto de depurar el 100% de las aguas residuales urbanas y tener una capacidad de reutilización de unos 20 hm³/año. Desde entonces, ha sido la empresa pública ACOSOL, S.A. la que ha realizado un meritorio esfuerzo en la gestión de estos efluentes regenerados, para poder satisfacer una demanda que se estimaba para el 2002 en aproximadamente 11 hm³/año proveniente de más de 30 campos de golf que estarían establecidos en la zona. Actualmente esta empresa está ampliando su capacidad de regeneración en las plantas de depuración que gestionan y suministra a 28 campos de golf un volumen de agua regenerada que está entre los 3 y 5 hm³/año en función de la cuantía disponible en otros recursos hídricos existentes.

Con este panorama estatal, parece necesario plantearse al menos, las siguientes propuestas con objeto de establecer y fomentar el avance de este recurso que sin duda, es una herramienta más dentro de la gestión global de los recursos hídricos disponibles.

PROPUESTAS PARA EL AVANCE SOSTENIBLE DE LA REUTILIZACIÓN

Para el avance de la reutilización, no basta con tener un recurso o una financiación del mismo, hace falta generar un marco sólido donde se cumplan las exigencias que precisa una reutilización directa planificada. Algunas de estas necesidades están incluidas en las propuestas que se realizan a continuación.

1. Necesidad de integración de la reutilización en la planificación y gestión de los recursos hídricos

Las actuaciones de reutilización de aguas depuradas no deben contemplarse aisladamente y en función exclusiva del beneficio que pueda producir en el usuario. Las aguas regeneradas deben considerarse como un recurso no convencional cuya gestión debe integrarse en una planificación integral de los recursos hídricos, que tenga en cuenta los aspectos económicos, sociales y medio ambientales.

Si bien la reutilización permite, como se ha dicho anteriormente, la mejora de la gestión de los recursos hídricos, y en los casos de vertidos de aguas residuales al mar, su incremento neto, su utilización abusiva puede provocar daños medioambientales. Este es el caso cuando en la actuación no se tiene en cuenta los caudales ecológicos necesarios para mantener los ecosistemas fluviales. Sin una planificación adecuada a todos los niveles, la extracción de los efluentes regenerados que antes vertían en los cauces pueden producir desecación aguas abajo y ser la causa de la degradación del medio hídrico.

La planificación debería hacerse a diferentes niveles: a nivel local, a nivel de Comunidad Autónoma, a nivel de Cuenca Hidrográfica y a nivel estatal.

Hay que señalar que en España la mayoría de las actuaciones de reutilización se han llevado de forma aislada y en muchos casos, sin cumplir con las mínimas exigencias que comporta la reutilización planificada. En los casos en que ha existido planificación, ésta se ha realizado principalmente a nivel local y en algún caso, a nivel de Comunidad Autónoma, casi siempre integrada como un apéndice de los planes de saneamiento y depuración.

Hay que hacer especial hincapié en la importancia de incluir la reutilización de los efluentes depurados en los Planes Hidrológicos de Cuenca, ámbito idóneo en donde analizar la viabilidad de las actuaciones concretas, en función de las demandas existentes, los recursos disponibles y las necesidades medioambientales. Desafortunadamente pocos Planes Hidrológicos han tenido en cuenta este factor, sólo los relativos a las Islas Canarias orientales (Gran Canaria, Lanzarote y Fuerteventura) y a las Islas Baleares, incluyen la reutilización en su planificación.

La planificación a nivel estatal, nunca se ha planteado de forma rigurosa. En el Plan Hidrológico Nacional, podrían plantearse las líneas estratégicas de la reutilización y los criterios generales para su impulso dentro de un marco de desarrollo sostenible. También a nivel estatal, deberían establecerse las condiciones básicas para la reutilización de las aguas, precisando la calidad exigible a las aguas depuradas según los diferentes usos previstos tal y

como ordena, en su capítulo III, Art.109, la Ley de Aguas. Un aspecto a debatir sería la conveniencia de establecer un Plan Nacional de Reutilización de las Aguas Depuradas, que potenciara esta actividad en el conjunto del estado, coordinando el esfuerzo inversor necesario y las condiciones propias para que se realice la reutilización.

A nivel de Comunidad Autónoma, las actuaciones de reutilización se han llevado a cabo, en general, en el marco de los Planes de Saneamiento y Depuración, utilizando fundamentalmente las ayudas de la Unión Europea. Estas actuaciones se hicieron sin unos estudios de demanda y viabilidad económica fiables, lo que ha ocasionado en algunos casos el desuso y consiguiente pérdida de las instalaciones realizadas. Estas situaciones desacreditan las buenas actuaciones de reutilización y visualizan la importancia que tiene la planificación en cualquier campo. Otro tanto cabe decir de las actuaciones llevadas a cabo por el MMA bajo el amparo del interés general o por convenio con las CCAA. Sólo en los años recientes se observa un cambio de actitud en distintas administraciones, que están desarrollando Planes de Reutilización específicos con metodologías aceptables.

Para poder realizar una buena planificación es necesario contar con un mínimo de información de referencia. El secretismo de la mayoría de las administraciones públicas evita el poder consensuar datos y saber realmente el desarrollo de los distintos escenarios existentes en España. El recopilar y evaluar esta información, que por el momento es escasa y fragmentada, es un trabajo necesario para poder potenciar esta actividad.

Hay que fortalecer la cultura de la transparencia y la libre información, aportar más medios para centralizar y evaluar datos, y contar con estudios e investigaciones suficientes para justificar correctamente las decisiones de lo que podría ser un proyecto de Reutilización Nacional. En este sentido el CEDEX, por encargo del MMA, está elaborando una base de datos sobre la reutilización de efluentes depurados en todo el territorio nacional con la pretensión de hacerla pública y ayudar así a la planificación de este recuso.

La reutilización de los efluentes depurados debe realizarse en aquellos lugares donde sea necesario hacerse, es decir, donde la existencia de demanda real, de efluente depurado, la viabilidad económica y la falta de alternativas medioambientales mejores lo permita.

Como resumen a este punto y preámbulo de los siguientes puntos a tratar en este documento, hay que poner de manifiesto que para que la planificación de la reutilización pueda ser considerada como tal, son necesarias al menos las exigencias que se esquematizan a continuación:

- Disponibilidad de efluentes depurados
- Realización de estudios de viabilidad técnico-económica, que deberían incluir:
 - Análisis de recursos y demandas
 - Análisis de riesgo
 - Estudio de posibles usuarios
 - Sustentabilidad económica de la reutilización. Análisis de coste-beneficio de los aspectos económicos, ambientales y sociales
 - Estudio de los impactos ambientales y sanitarios.
- Análisis de los impactos sociales y aceptación pública de la reutilización. Información a los ciudadanos de los proyectos de reutilización y participación de los agentes interesados en su desarrollo

- Adopción de instrumentos eficaces para eliminar o reducir a límites aceptables los riesgos sanitarios de la reutilización:
 - Normativas que definan la calidad del agua regenerada en función de los usos
 - Criterios de buenas prácticas
 - Sistemas de análisis de riesgos y de identificación y control de puntos críticos
- Selección de los tratamientos de regeneración adecuados, fiables y eficaces
- Estudio de los sistemas de transporte y regulación del agua regenerada
- Definición de los sistemas de gestión y explotación de los sistemas de reutilización en el contexto de la explotación de los sistemas de calidad y de control interno
- Establecimiento por parte de la Administración de los sistemas de control externo de la calidad de los efluentes regenerados
- Establecimiento de un sistema de financiación, tanto de los costes de implantación, como los de gestión y mantenimiento de las instalaciones, que permita la sustentabilidad a la reutilización.

2. Necesidad de impulso político y voluntad de coordinación entre administraciones

El desarrollo de la reutilización implica la existencia de procesos complejos en la toma de decisiones, en los que intervienen los intereses de diversos actores (administraciones, posibles usuarios, ciudadanos, etc.), por lo que su potenciación necesita de un fuerte impulso político, que hasta la fecha, salvo en honrosas excepciones, no se ha llevado a cabo. No es baladí que desde hace más de 10 años se lleva discutiendo un proyecto de normativa de carácter estatal para regular las condiciones de uso de los efluentes depurados, sin que ninguno de los sucesivos gobiernos, haya tenido la decisión política de aprobarlo. Este hecho ha dejado a las distintas administraciones implicadas en las actuaciones de reutilización indefensas a la hora de controlar y planificar este recurso. Al final, en las zonas donde la reutilización es una alternativa real, se está realizando al margen de otras administraciones implicadas y de forma aleatoria en función de los problemas hídricos de sus zonas. Este modo de operar está ocasionando incluso distorsiones en el mismo concepto de lo que es la reutilización.

El papel central asignado a la reutilización de efluentes depurados en la gestión de recursos hídricos, en el programa AGUA, elaborado por el MMA, podría ser un instrumento importante de impulso de la reutilización, siempre que la planificación de sus actividades se realizara en coordinación con el resto de administraciones e instituciones implicadas en este tema.

La descoordinación entre las actuaciones de las Administraciones implicadas constituye hoy uno de los aspectos limitantes en el desarrollo de la reutilización y fuente de muchos de sus conflictos y fracasos. Hay que tener en cuenta la distribución actual de competencias entre las distintas administraciones hidráulicas respecto a la reutilización:

- Los organismos de Cuenca son responsables de las concesiones o permisos administrativos, pero también las Consejerías de Sanidad de la CC.AA. deben realizar un informe preceptivo vinculante para el otorgamiento de dicha concesión
- La planificación y a veces su ejecución pueden realizarse a través de los Organismos de Cuenca, Comunidades Autónomas y la Administración Local
- La Administración Central del Estado tiene la obligación de establecer las condiciones básicas de la reutilización según los distintos usos
- La responsabilidad de la gestión y explotación de los sistemas de reutilización puede recaer en empresas dependientes de Comunidades Autónomas, entidades estatales, Ayuntamientos, Comunidades de Regantes, etc

- El control de la calidad de los efluentes regenerados corresponde a los organismos dependientes de Sanidad (en los aspectos sanitarios), a los de Agricultura (parámetros agronómicos) y a los Organismos de Cuenca (aspectos concesionales), etc.

Coordinar las actividades de planificación, gestión y control en manos de las diversas instituciones, así como unificar metodologías, normativas y directrices de buenas prácticas, debe constituir un objetivo prioritario enmarcado en una mejor gestión de la actuación administrativa.

Unificar metodologías de gestión, control, y planificación en este recurso es de vital importancia para conseguir una concienciación social y una minimización de los riesgos. Es por tanto necesario una propuesta seria en normativa y planificación de este recurso por parte de las administraciones competentes.

3. Establecimiento de un marco legislativo para la reutilización en España

La falta de una coordinación y normativa estatal ha motivado una dispersión de criterios que desmotiva el uso de las aguas depuradas. Por otra parte, al no contar con una normativa, las condiciones de los efluentes regenerados no están optimizadas según los usos.

En estos momentos existen algunas normativas de ámbito autonómico, como ya se ha descrito en la primera parte del presente escrito, y normativas dentro de confederaciones como en la del Tajo, donde se aprecia que la mayoría de ellas se basan en los límites establecidos en la revisión del borrador de Real Decreto de criterios mínimos para la reutilización de efluentes depurados propuesto por el MMA en el año 1999. Parece que aunque este borrador de R.D., no haya conseguido establecerse dentro del marco legislativo nacional, si ha conseguido ser la base y referencia de las directrices y normativas en otros niveles de la administración española. En la *Tabla 6* se resumen los parámetros tanto físicos como biológicos propuestos por diferentes normativas y para los usos más extendidos, tanto nacionales como internacionales, apreciándose la similitud que existe entre ellas. Esta tabla deja patente que en los diferentes escenarios descritos, parece que ha habido un consenso en los parámetros de calidad a adoptar, con sus consiguientes límites, basados todos ellos en la propuesta del MMA del año 1999.

Tabla 6. Comparación de criterios de calidad entre diferentes normativas (R. Iglesias, E. Ortega. CEDEX, 2004).

Usos	Parámetros	Propuesta MMA	C.H. Tajo	Cataluña	Baleares	OMS	EPA
Usos y servicios urbanos	Nemátodos, u/l	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	E. coli, ufc/100 ml	< 200	< 200	< 200	< 200	< 1.000	0
	SS, mg/l	< 20	< 25	< 20	< 30	-	-
Riego de campos de golf	DBO ₅ , mg/l	-	< 25	-	< 20	-	< 10
	Turbidez, NTU	< 10	-	< 5	< 5	-	< 2
	Cloro residual, mg/l	-	-	-	0,3	-	1
Riego de cultivos de consumo en crudo	Nemátodos, u/l	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	E. coli, ufc/100 ml	< 200	< 10	< 200	< 200	< 1.000	0
	SS, mg/l	< 20	< 20	< 20	< 45	-	-
	DBO ₅ , mg/l	-	< 20	-	< 30	-	< 10
	Turbidez, NTU	< 10	-	< 5	-	-	< 2
	Cloro residual, mg/l	-	-	-	-	-	1

Esta propuesta del MMA ha sido revisada en varias ocasiones desde su creación en 1996. En todas ellas, el CEDEX como colaborador técnico del Ministerio en la redacción de la misma, ha estado presente. En junio de 2005, junto al grupo de trabajo de reutilización de la Comisión V de la AEAS, (Asociación Española de Abastecimiento y Saneamiento) se han vuelto a poner sobre la mesa algunas modificaciones de la propuesta con la firme intención de que ésta sea en breve, la esperada normativa estatal. En la *Tabla 7* se muestran en cursiva los cambios y temas en debate con respecto al borrador anterior.

Las modificaciones del borrador de R.D. se presentaron y debatieron en unas jornadas organizadas por el MMA, sobre la actualización de los criterios de reutilización de agua residual tratada, en Madrid del 20 al 23 de Junio de 2005. Dentro de esta última revisión, se ha planteado lo siguiente:

- Cambio de entradas por usos a entradas por objetivos de calidad.
- Inclusión de tipo de frecuencias de control según la calidad.
- Permanencia de nematodos o no en vista al resultado del estudio que se está realizando de nematodos en la actualidad.
- Control de virus con relación a una turbiedad y a través de bacteriófagos o los bacteriófagos no como límites sino como una herramienta complementaria de seguimiento del proceso.
- Permanencia del límite de *Legionella spp.* por encontrarse en el R.D. 865/2003.
- Inclusión del control del fósforo total.
- Nuevos planteamientos sobre las sustancias potencialmente peligrosas en suelo.
- Frecuencias de análisis según calidad propuesta y exigencia más rigurosa en *E. coli*, donde se volvió a plantear la posibilidad de contabilizar este parámetro a través de sus envoltentes como los coliformes fecales o los coliformes totales.

Esta propuesta de R.D. desde sus inicios, se ha basado más en los criterios establecidos por la OMS que los ofrecidos por la EPA y, en esta última revisión, se han incluido nuevos conceptos propuestos en los borradores de OMS y OMS/MEDPOL 2005 que por el momento no están publicados. Estos nuevos conceptos, deberían apoyarse en dos documentos más, un Manual de Buenas Prácticas (MBP), y unos criterios para la evaluación del riesgo de esta práctica.

En estos documentos se lleva trabajando en el marco de la AEAS desde hace varios años, y en estos momentos, entre otros trabajos, se ha firmado un convenio con distintas entidades para la elaboración de un MBP y un estudio de cuantificación e identificación de huevos de nematodos intestinales a nivel nacional. El objetivo de estos trabajos, junto otras investigaciones como la evaluación de tecnologías de regeneración, es examinar, en último término, las implicaciones sanitarias de la reutilización de los efluentes regenerados.

4. Instaurar metodologías fiables para la gestión del riesgo sanitario en las actuaciones de reutilización.

El agua urbana residual es medio transmisor de microorganismos patógenos y sustancias químicas tóxicas que le confieren unos riesgos sanitarios y medioambientales a la hora de su manejo.

En los estudios epidemiológicos realizados por la OMS, el empleo de aguas residuales en la agricultura implica un riesgo real de infección de patógenos como los nematodos y bacterias intestinales teniendo una menor influencia los virus o los protozoos.

Para controlar estos riesgos inherentes a la reutilización, la OMS propone la siguiente metodología cuyas fases son: evaluación del riesgo, definición del riesgo admisible, fijación de criterios de calidad con su correspondiente tratamiento, gestión del riesgo y evaluación de la eficacia del sistema de gestión del riesgo.

El riesgo en la reutilización de las agua residuales, viene dado sobre todo por la difusión de enfermedades de origen hídrico, lo cual implica casi a parte iguales, a las administraciones sanitarias y ambientales. Sin un procedimiento de actuación claro y coordinado por parte de estas dos autoridades, no se podrá asegurar un marco de confianza sanitario hacia el ciudadano.

Tabla 7. Criterios de calidad para la reutilización de efluentes depurados (AEAS, 2005).

Usos del agua residual regenerada		Calidad biológica		Calidad físico-química		Otros criterios	Frecuencia mínima de análisis
		Huevos de nematodos intestinales	<i>Escherichia coli</i> ufc/100 ml	Sólidos en suspensión mg/l	Turbidez NTU		
1. Usos urbanos	1.1.- Residenciales: Riego de jardines privados, descarga de aparatos sanitarios, sistemas de calefacción y refrigeración de aire domésticos, y lavado de vehículos	< 1 /10 litros	0	< 10	< 2	<i>Legionella spp.</i> < 1000 ufc/l (riesgo de aerosolización) Fagos	TIPO II
	1.2.- Servicios urbanos: Riego de zonas verdes urbanas de acceso público (parques, campos deportivos); baldeo de calles; sistemas contra incendios; fuentes y láminas ornamentales	< 1 /10 litros	< 200	< 20	< 10	<i>Legionella spp.</i> < 1000 ufc/l (riesgo de aerosolización)	TIPO II
2.- Usos agrícolas	2.1.- Cultivos de Invernadero. Riego de cultivos para consumo en crudo. Frutales regados por aspersión Nota: en caso de riego localizado los criterios se adecuarán a lo establecido en el apartado 2.3	< 1 /10 litros	< 200	< 20	< 10	<i>Legionella spp.</i> < 1000 ufc/l (riesgo de aerosolización) Fagos	TIPO III
	2.2.- Riego de pastos para consumo de animales productores de leche o carne. Riego de cultivos destinados a industrias conserveras y productos que no se consuman crudos. Riego de frutales excepto por aspersión Acuicultura Nota: en caso de riego localizado los criterios se adecuarán a lo establecido en el apartado 2.3	< 1 /10 litros	< 1.000	< 35	No se fija límite	<i>Taenia saginata</i> y <i>Taenia solium</i> (cuando se rieguen pastos para consumo de animales productores de carne) < 1 huevo / l	TIPO III
	2.3.- Riego de cultivos industriales, viveros, forrajes ensilados, cereales y semillas oleaginosas. Cultivo de flores ornamentales	< 1 / litro	< 10.000	< 35	No se fija límite	-	TIPO IV
3.- Usos industriales	Refrigeración industrial, excepto industria alimentaria	No se fija límite	< 10.000	< 35	< 15	<i>Legionella spp.</i> < 100 ufc/l	TIPO III

Tabla 7. Criterios de calidad para la reutilización de efluentes depurados (continuación) (AEAS, 2005).

Usos del agua residual regenerada		Calidad biológica		Calidad físico-química		Otros criterios	Frecuencia mínima de análisis
		Huevos de nematodos intestinales	<i>Escherichia coli</i> ufc/100 ml	Sólidos en suspensión mg/l	Turbidez NTU		
4.- Usos ambientales y recreativos	4.1.- Riego de campos de golf Nota: en caso de riego localizado los criterios se adecuarán a lo establecido en el apartado 2.3	< 1 /10 litros	< 200	< 20	< 10	-	TIPO II
	4.2.- Estanques, masas de agua y caudales circulantes, de uso recreativo en los que está permitido el acceso del público al agua (excepto baño)	< 1 / litro	< 200	< 35	No se fija límite	Fósforo total (en caso de masas de agua estancadas) < 2 mg/l	TIPO II
	4.3.- Estanques, masas de agua y caudales circulantes ornamentales, en los que está impedido el acceso del público al agua.	No se fija límite	< 10.000	< 35	No se fija límite	Fósforo total (en caso de masas de agua estancadas) < 2 mg/l	TIPO IV
	4.4.- Riego de bosques, zonas verdes y de otro tipo no accesibles al público. Silvicultura	No se fija límite	No se fija límite	< 35	No se fija límite	-	TIPO IV
5.- Recarga de acuíferos	5.1.- Recarga de acuíferos por percolación localizada a través del terreno	No se fija límite	< 1.000	< 35	No se fija límite	Nitrógeno total < 35 mg/l	TIPO II
	5.2.- Recarga de acuíferos por inyección directa	< 1 /10 litros	0	< 10	< 2	Nitrógeno total < 15 mg/l Fagos	TIPO I

Respecto a las técnicas de regeneración, se empiezan a resolver algunas incógnitas sobre la fiabilidad y control que proporcionan estos sistemas en la eliminación de organismos patógenos. Aún no siendo necesaria en algunos usos la eliminación total de patógenos, existe una tendencia a conseguir dicha eliminación independientemente del uso. Hay que trabajar intensamente para poder ofrecer un binomio razonable entre el riesgo asumible y la tecnología disponible que es necesario utilizar.

El riesgo está vinculado al contacto de los organismos patógenos con los huéspedes, por lo que se hace necesario un Manual de Buenas Prácticas que reduzca este contacto. Las características de la gestión del riesgo deberían estar basadas entonces, en una reducción del contacto, control de los puntos de riesgo en el sistema global, unos sistemas de muestreo y control y una evaluación de datos para poder retroalimentar la fiabilidad de los sistemas de regeneración. Todo este proceso de gestión del riesgo, lleva a los sistemas de regeneración a tener que comportarse como un proceso industrial, donde asegurar la calidad del producto es el objetivo final. Esta gestión en las industrias se está consiguiendo a través de normas de buena manufactura o por sistemas de análisis de riesgos e identificación y control de puntos críticos (HACCP) y parece que esta metodología va a ser la que se imponga para los sistemas de regeneración.

Dado que los equipos empleados para la regeneración de efluentes depurados no están exentos de fallos, es necesario establecer unas pautas de funcionamiento y unos puntos de control que permitan conocer la calidad del efluente en todo momento y actuar de forma inmediata sobre el sistema. Es conveniente, por lo tanto, incrementar los estudios en este campo.

En este tipo de sistemas de reutilización deberían estar definidos y consensuados al menos, las técnicas analíticas, puntos y frecuencias de muestreo del sistema de regeneración y sus sistemas auxiliares como almacenaje y distribución, sistemas de predicción y gestión de errores y los procedimientos de alerta para minimizar el impacto de los posibles fallos.

En definitiva, cualesquiera que sean los instrumentos a establecer para la gestión de riesgo, éstos deben servir para establecer un marco de confianza hacia el consumidor de este recurso.

5. Establecer como objetivo la aceptación social de la reutilización, potenciando la información y participación ciudadana

Sin el apoyo de la sociedad, la reutilización será un recurso marginal y secreto dentro del debate entre las administraciones concesionarias y los usuarios del mismo, normalmente agricultores.

Si se quiere potenciar realmente este recurso, es necesaria la participación y aceptación social. Hay que difundir los beneficios y los riesgos de esta práctica de manera que la sociedad decida si les compensa o no contar con ella.

La concienciación social es una ardua tarea que no hay que despreciar. Seguramente que si se pregunta a un conjunto de personas, sin una información previa, sobre lo que piensa del uso del agua depurada regenerada, el 50 % de ésta será reticente a su uso. Para hacer frente a esta realidad, hay que dejar claro para que usos se va a destinar este agua regenerada y las posibilidades de control y riesgo que existen.

El informar a la sociedad de los posibles proyectos de reutilización, implica a la misma, generando una participación que mejora indiscutiblemente los proyectos a realizar. No sería la primera vez que los proyectos a realizar o construidos no han cumplido su fin por falta de apoyo social.

Para que exista este apoyo social es necesario entre otras actividades informar a través de medios de comunicación como la televisión o la prensa y realizar programas de educación desde las escuelas sobre la importancia de estos temas.

Hay que informar y no convencer, y sobre todo, hacer partícipes en el proceso de planificación a los ciudadanos en general y en particular, a los grupos que más presión social pueden ejercer en estos temas como son los usuarios, ecologistas, investigadores, planificadores de otros recursos hídricos y demandantes del agua regenerada.

6. Desarrollo de una nueva cultura de la gestión de las infraestructuras de reutilización

La reutilización de aguas depuradas en España precisa en estos momentos de una cierta redefinición para poder ser acogida de forma uniforme y sin confusiones tanto por las supuestas administraciones gestoras como por la sociedad. Hay que definir qué es y para qué

sirve esta práctica, sus objetivos, ventajas e inconvenientes, para poder generar así una plataforma sólida de discusión o simplemente saber de qué estamos hablando, ya que actualmente, existen diferentes interpretaciones de esta actividad.

En lo relativo a la Gestión de la reutilización, en principio parece lógico que se apoye en las estructuras de gestión que ya se han desarrollado para la Gestión del Saneamiento y la Depuración en España. La gestión del Saneamiento corresponde a los entes locales, los cuales pueden llevarla a cabo bien directamente o bien a través de una empresa gestora contratada al efecto. En algunos casos esta gestión es desempeñada directamente por un organismo creado por la Administración regional o autonómica que se hace cargo, mediante una subrogación de competencias, de la gestión del citado servicio.

La gestión de la reutilización a nivel local parece lógica dentro del marco de gestión de la depuración, ya que ésta le proporciona su materia prima y es esencial tanto para la cantidad como para la calidad del proceso posterior de regeneración. Esta situación, no debe confundir a este recurso con el aprovechamiento de un vertido, ya que si se quiere promocionar estas prácticas, el concepto de la reutilización debería aparecer como un recurso similar al de abastecimiento y por lo tanto, parejo en metodología de gestión, teniendo solamente en cuenta que el agua regenerada se destina a otros usos distintos al de consumo humano.

El hecho de que la reutilización conlleve riesgos potenciales, no debe generar un rechazo si se realiza con un control riguroso y una visión correcta. Si el agua regenerada se gestionara como suministro, con cánones del abastecimiento sobradamente conocidos e instaurados, y no como subproducto de la depuración, ayudaría a paliar los miedos referentes a la sanidad pública. Hay que diferenciar, por tanto, entre la depuración y la regeneración, e incluir esta última, en áreas que se preocupan por la producción y gestión de los recursos hídricos.

Esta nueva cultura de gestión de la reutilización de efluentes regenerados incentiva a establecer controles e instrumentos más rigurosos que los señalados para la depuración lo que exige laboratorios homologados en las propias instalaciones y personal cualificado. Esta filosofía de gestión abriría una nueva puerta de negociación más favorable con las entidades sanitarias responsables más reticentes.

7. Establecer sistemas de financiación que permitan la viabilidad de la reutilización

El coste del agua regenerada, teniendo en cuenta en su caso posibles subvenciones por criterios objetivos de la Administración, debe repercutir única y exclusivamente sobre el usuario, abandonándose la práctica de incluirlo en el coste del agua depurada.

Se hace necesario por tanto unos planes de reutilización que incluyan los costes de las instalaciones y la forma de financiación de todo sus conceptos.

Este punto es sin duda uno de los más comprometidos a la hora de establecer un programa para el avance de la reutilización en nuestro país. El concepto del beneficio económico es necesario para encajar esta actividad en los actuales canales económicos, pero la valoración del impacto sobre el medioambiente o la sociedad de cualquier actividad, es un tema a solventar.

Conceptos como el que está desarrollando la Agencia Catalana del Agua (ACA) con el Canon de disponibilidad, puede facilitar la sustitución de recursos convencionales por agua

regenerada al proporcionar un precio más competitivo en función al bien común generado en el cambio.

8. Desarrollar un programa de Investigación, Desarrollo y Experimentación (I+D+I), cuyos objetivos sean la reducción del riesgo sanitario y la mejora de la eficiencia de los sistemas de regeneración.

La evolución de las normas para acotar los riesgos de la reutilización de efluentes depurados, han impulsado algunos estudios e investigaciones como los mejores indicadores de bacterias y virus, desarrollo de técnicas de determinación de protozoos, posible implantación de determinaciones de toxicidad o el mejor empleo de técnicas analíticas para evaluar la desinfección.

Es necesario desarrollar y destinar más fondos a estudios sobre la salud y el impacto medioambiental de la reutilización para poder evaluar con criterio la gestión de este recurso.

El análisis de la eficiencia, eficacia y fiabilidad de las diferentes tecnologías de regeneración con respecto al cumplimiento de unos límites de calidad establecidos es esencial para el cumplir con garantías una cierta normativa.

El Grupo de Trabajo de tecnologías de la AEAS, coordinado por el CEDEX , espera publicar a finales de este año, unos documentos en el marco de esta asociación con los posibles rendimientos y costes, en unas condiciones de trabajo reales y de la mayoría de las tecnologías de regeneración instaladas en España. Este trabajo ha desencadenado la necesidad de investigar en nuevas tecnologías de regeneración mas eficientes para poder entre otros fines, abaratar unos costes que aparentemente son elevados.

La creación de un Plan de Desarrollo Tecnológico para la Reutilización de Efluentes Depurados que coordinara las distintas administraciones con competencias en este tema, canalizaría los esfuerzos individuales de muchas instituciones tanto públicas como privadas y daría el ámbito de conocimiento necesario para el avance de la regeneración y reutilización de los efluentes depurados en España.

CONCLUSIONES

La reutilización en España precisa de una reorientación adecuada que le permita ser una herramienta más en la gestión global y sostenible de los recursos hídricos en España.

Su campo de acción reúne una compleja red de puntos de vista e intereses que enfrenta por una parte a las administraciones responsables, explotadores y gestores y por otra, a los usuarios, científicos, economistas e interesados de toda índole, que la apoyan o la rechazan según las circunstancias locales. Parece claro que la gestión última está en lo local, pero sin un consenso y modelo mínimo de actuación general, no existirá un verdadero avance en este campo.

Establecer una normativa y control a todos los niveles y planificar adecuadamente la reutilización, desde lo Estatal hasta la propia actuación de regeneración, tomar las decisiones en base a unos estudios, experiencias e investigaciones, y crear los instrumentos de financiación necesarios como un Plan Nacional de Reutilización y Tecnológico, crearía un panorama favorable para el establecimiento de este recurso no convencional.

AGRADECIMIENTOS

Esta exposición es fruto del trabajo realizado durante años por el Servicio de Tratamiento y Depuración de Aguas del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas). En particular agradecer a D. Genaro Batanero (CEDEX) y D. Enrique Ortega (CEDEX) su colaboración en el presente escrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Catalinas P. y Ortega E. (2002) *La reutilización de los efluentes en el marco de una gestión sostenible del agua*. Ingeniería Civil nº 128/2002.

CEDEX (2004). *XXII curso sobre tratamiento de aguas residuales y explotación de estaciones depuradoras*. Temas 31, 32 y 33. Tomo II.

Ministerio de Medio Ambiente (2000). *Libro Blanco del Agua en España*. Secretaria de Estado de Aguas y Costas junto a la Dirección General de Obras Hidráulicas y calidad de las Aguas del MMA.

Ministerio de Medio Ambiente (2005). *Jornadas sobre la actualización de los criterios de la reutilización de agua residual tratada*. Madrid del 20 al 23 de Junio de 2005.

Ortega E., Batanero G. e Iglesias R. (2005) *La situación de la Reutilización de las Aguas Residuales Depuradas en España. Problemas Actuales y Perspectivas Futuras*. Jornadas organizadas por el MMA sobre la actualización de los criterios de la reutilización de agua residual tratada, Madrid del 20 al 23 de Junio de 2005

USEPA (2004) *Guidelines for Water Reuse*. EPA/625/R-04/108, September 2004.

WHO (2005). *Guidelines for the safe use of wastewater in agriculture*. Draft. World Health Organization, Geneva.