

GARANTÍA DE SUMINISTRO MAYOR QUE LAS FUENTES CONVENCIONALES Y DISPONIBILIDAD DE CAUDALES EN ÉPOCA ESTIVAL

La reutilización planificada del agua para regadío

Rafael Mujeriego.

Catedrático de Ingeniería Ambiental.
ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
Universidad Politécnica de Cataluña.

La reutilización planificada del agua para riego agrícola ofrece una garantía de suministro muy superior a la de las fuentes convencionales, asegurando la disponibilidad de caudales, especialmente durante la temporada estival, permitiendo un aprovechamiento de los nutrientes (nitrógeno y fósforo) contenidos en el agua regenerada y potenciando una gestión más eficiente de los recursos hídricos, haciendo así que las aguas de calidad prepotable puedan utilizarse para abastecimiento público.

El agua regenerada se viene empleando para múltiples usos, entre los que cabe destacar:

- Los usos urbanos (jardinería, incendios, lavado de calles y automóviles).
- Los usos industriales (refrigeración, lavado de vagones de ferrocarril).
- El riego agrícola, forestal y de jardinería.
- Los usos ornamentales y recreativos.
- La mejora y la preservación del medio natural.
- La recarga de acuíferos.

La reutilización agrícola y de jardinería constituye el aprovechamiento más extendido del agua regenerada, tanto para cultivo hortícola (consumo directo) como para cultivos con procesamiento posterior, como los cereales, cítricos y viñedos, y tanto mediante riego por aspersión, microaspersión y goteo como por riego por inundación.

Atendiendo al posible contacto o ingestión del agua regenerada por parte de las personas, la reutilización se clasifica en: reutilización para uso potable y reutilización para uso no potable. Es importante señalar que, hasta el momento, los proyectos de regeneración para usos no potables son los que han adquirido el mayor desarrollo en numerosas partes del mundo, donde han alcanzado unas excelentes cotas de fiabilidad y de aceptación por parte de los usuarios y del público en general. Esto es especialmente aplicable en países desarrollados, donde los recursos hídricos son limitados y la protección ambiental es una prioridad destacada.

Los cuadros I, II y III resumen los caudales de agua regenerada en zonas tan dispares como el Consorci de la Costa Brava, en Girona, y los Estados de California y Florida, en EE.UU. Como se puede observar en estos cuadros, los caudales de agua regenerada anualmente son im-

portantes. Aunque los porcentajes de reutilización en el ámbito de todo el Estado de California se sitúan en torno al 10%, los porcentajes en el ámbito regional llegan a superar el 30%, especialmente en las zonas áridas del sur de California.

Reutilización de agua para regadío

Cada utilización o aprovechamiento de agua tiene unas exigencias de calidad físico-química, derivadas del destino directo o indirecto del agua utilizada. Así, el riego de parques y jardines conlleva unas exigencias de calidad físico-química del agua que permitan asegurar el normal desarrollo y mantenimiento de las especies vegetales que se desea regar. Entre los parámetros de calidad más evidentes aparecen la salinidad (medida generalmente en términos de su conductividad eléctrica), su contenido de cloruros o su contenido de boro. Estas limitaciones están claramente definidas en los manuales y estudios de riego agrícola y de jardinería, algunos de los cuales se han convertido en documentos de referencia en el campo del riego con agua regenerada (Asano, 1998; Mujeriego, 1990), y de las buenas prácticas de gestión de la jardinería y del cultivo agrícola en general (Sala y Millet, 1995). Los límites establecidos en estas normas no son generalmente estrictos y varían en función de las especies vegetales en cuestión. La experiencia agronómica disponible permite ajustar el uso del agua a las posibles oscilaciones de estos parámetros de calidad, sin por ello alterar significativamente la calidad de los cultivos regados.

Mientras que la existencia de redes secundarias de distribución de agua regenerada para regadío es muy limitada o inexistente en Europa, la explotación de redes secundarias de este tipo de agua de riego es una práctica muy común en numerosos municipios de California, Florida, e incluso Japón, donde constituye una faceta cotidiana de los servicios de distribución de agua y saneamiento, y donde el público acepta e incluso promueve abiertamente esta práctica dentro de sus municipios. Las Jornadas sobre Integración del Agua Regenerada en la Gestión de los Recursos, celebradas en octubre de 2005 en Lloret de Mar, Girona (CCB, 2005), pusieron de manifiesto la existencia de este tipo de redes en la mancomunidad del sureste de Gran Canaria para aguas de riego así como los planes para implantarlas en la Costa del Sol occidental para el riego de campos de golf.

La reutilización planificada de 495 hm³/año en



California y de 810 hm³/año en Florida (**cuadros II y III**) y en debida proporción los 5,4 hm³/año reutilizados en la Costa Brava (**cuadro I**) son muestras elocuentes de los beneficios que el agua regenerada está aportando para el riego agrícola y de jardinería en particular, como elemento de una gestión integrada de los recursos en un contexto de déficit crónico y creciente de recursos.

Coste de la reutilización planificada en España

Las Jornadas Técnicas sobre Reutilización del Agua, organizadas por el Consorcio de la Costa Brava en octubre de 1985 en Castell-Platja D'Aro, constituyen uno de los hitos de la reutilización planificada en España. Las reflexiones y las experiencias planteadas allí por técnicos e investigadores de California, de Israel y de diversas comunidades autónomas españolas sirvieron de incentivo para que la regeneración y la reutilización del agua se haya convertido en un éxito real en numerosas zonas españolas, especialmente las de carácter semiárido y árido de las zonas costeras.



Agua regenerada en la planta de la comunidad de regantes Arrato, en Vitoria-Gasteiz.



Riego de maíz con agua regenerada en el finca Mas Pijoan, Castell Platja d'Aro (Girona).

Cuadro I.

Reutilización planificada de agua en el Consorcio de la Costa Brava, con un caudal total de 5,4 hm³ en 2004 (20% de un total de 28 hm³).

Tipo de uso	%
Recarga de acuíferos	55
Usos ambientales	25
Riego campos de golf y jardinería	13
Riego agrícola	5
Riegos internos y urbanos no potables	2

Cuadro II.

Reutilización planificada de agua en California, con un caudal total de 495 hm³/año en 2000 (330 hm³/año en 1987).

Tipo de uso	%
Riego agrícola	48
Riego de jardinería y ornamentales	20
Recarga de acuíferos	12
Restauración de habitats	6
Reutilización industrial	5
Lagos recreativos	4
Barreras contra la intrusión	3
Otros usos	2

Cuadro III.

Reutilización planificada de agua en Florida, con un caudal total de 810 hm³/año en 2001.

Tipo de uso	%
Riego agrícola	48
Riego agrícola	19
Riego a zonas de acceso público	44
Recarga de acuíferos	16
Reutilización industrial	15
Humedales y otros	6

El sistema de regeneración y reutilización de agua para riego agrícola de Vitoria-Gasteiz (Diputación Foral de Álava, 1995) se proyectó siguiendo la línea de tratamiento más exigente recomendada por el Título 22 del Código del Agua de California (Mujeriego, 1990) y está integrado por los procesos de coagulación-floculación, decantación, filtración con arena y desinfección con cloro líquido (2 horas de tiempo de contacto). El agua regenerada se utiliza para riego por aspersión de diversos cultivos, entre ellos algunos de consumo directo; el plan de riego desde el año 2005 abarca 10.000 ha de la Llanada Alavesa, y tiene como objetivo regar las parcelas por aspersión durante el verano, con una frecuencia de uno de cada tres veranos consecutivos. El modelo de gestión incluye la provisión del agua regenerada de excelente calidad (ausencia de coliformes fecales en 100 ml), así como información periódica sobre la salinidad del agua y su contenido de nutrientes, de modo que los agricultores puedan ajustar su plan de fertilización de manera adecuada.

La entrada en funcionamiento de diversos proyectos de reutilización para riego de jardinería en la Costa Brava, promovidas por el Consorcio de la Costa Brava, y de la planta de regeneración de agua de Vitoria-Gasteiz en 1995, promovida por la comunidad de regantes Arrato y financiada por la Diputación Foral de Álava, con una capacidad para producir 35.000 m³/día de agua para riego sin restricción, marcaron una primera década de este proceso, cuyo logro principal fue documentar la capacidad personal y tecnológica de nuestras instalaciones

Cuadro IV.

Costes de amortización y de explotación y mantenimiento del agua regenerada en la planta de Vitoria-Gasteiz, con capacidad de 35.000 m³/día, durante el verano de 2005.

Concepto	Contenido	Coste parcial, euro/m ³	Coste total, euro/m ³
Amortización	3,25 millones de euros	0,026	0,026
Reactivos	coagulante	0,010	
	polielectrolito	0,001	0,016
	desinfectante	0,005	
Energía	180 CV instalados	0,002	0,002
Personal	dos operarios	0,010	0,010
Mantenimiento preventivo	material de repuesto	0,005	0,005
Análisis de agua		0,003	0,003
Coste total			0,062

Mientras que la existencia de redes secundarias de distribución de agua regenerada para riego es muy limitada, o inexistente en Europa, la explotación de redes secundarias de este tipo de agua de riego es una práctica muy común en numerosos municipios de California, Florida, e incluso Japón, donde constituye una faceta cotidiana de los servicios de distribución de agua y saneamiento, y donde el público acepta e incluso promueve abiertamente esta práctica dentro de sus municipios

para obtener un agua regenerada de calidad comparable a otros países pioneros, y de utilizarla de forma eficiente para el riego de jardinería y de cultivos de consumo directo e industriales.

La terminación en el año 2004 del primer embalse regulador de aguas regeneradas, como parte del mismo proyecto de gestión integral del agua de Vitoria-Gasteiz, y la expansión de diversos proyectos de reutilización en la Costa Brava y otras zonas españolas han marcado una segunda década de este proceso de desarrollo de la reutilización planificada, cuyo logro más destacado ha sido documentar el coste real de la regeneración y la reutilización del agua a un nivel de calidad y de gestión integrada comparable al de los países líderes en este campo. El coste de 0,06 euros/m³ estimado inicialmente en Vitoria-Gasteiz ha pasado a ser una referencia para otras comunidades autónomas, como indica su inclusión en los presupuestos de la Entitat de Sanejament d'Aigües de la Generalitat Valenciana (EPSAR, 2005). El embalse regulador de Vitoria-Gasteiz, con capacidad para 7 hm³ ha representado una inversión de la Diputación Foral de Álava de 11,8 millones de euros, equivalentes a 1,7 euros/m³.

Los datos más recientes facilitados por los responsables de la explotación de la planta de regeneración de agua de Vitoria (Julio López, comunicación personal, 2006) permiten establecer valores de referencia del coste del agua regenerada en España. El **cuadro IV** resume los costes de amortización, y de explotación y mantenimiento de la planta de regeneración de agua de Vitoria-Gasteiz, con una capacidad de tratamiento de 35.000 m³/día.

Las aportaciones de nitrógeno y de fósforo del agua regenerada contribuyen de forma efectiva a la fertilización de los cultivos, tanto agrícolas como de campos de golf. Esto requiere una atención espe-

cial de los usuarios, que les permita reducir las aportaciones externas de fertilizantes y evitar así una fertilización excesiva, con los consiguientes perjuicios que ello ocasionaría tanto para el cultivo como para el suelo y los acuíferos. El aprovechamiento del contenido fertilizante del agua regenerada resulta en un ahorro del coste del agua regenerada, que en el caso de un campo de golf puede cifrarse entre 18.000 a 24.000 euros anuales (Sala y Millet, 1995; Mujeriego y col., 1996a).

El plan de reutilización integral de Vitoria-Gasteiz ofrece un marco de referencia casi ideal para evaluar las implicaciones económicas que la reutilización planificada del agua comporta:

1. Unos costes anuales de explotación y mantenimiento de la planta de regeneración cifrada en 0,4 millones de euros, para producir 12,5 hm³ anuales de agua regenerada con calidad adecuada para riego sin restricciones.

2. Una inversión de 3,25 millones de euros para construir la planta de regeneración de agua, con una capacidad de 35.000 m³/día (400 l/s).

3. Una inversión de 28 millones de euros para sufragar la construcción de una red de riego de nueva planta para distribuir el agua en 10.000 ha, incluyendo los bombeos y un embalse regulador de 7 hm³ (inversión específica de 11,8 millones de euros) para almacenar agua regenerada durante el invierno con la que poder regar durante el verano.

Como ilustran estas cifras, las mayores exigencias económicas están asociadas a la reutilización (distribución al usuario), mientras que el coste de la planta de regeneración y sobre todo los costes de explotación y mantenimiento (la regeneración del agua) son comparativamente mucho menores. Esta reflexión permite anticipar que las mejoras en la calidad del agua regenerada, hasta alcanzar unos niveles que permitan el riego sin restricción, son de escasa significación relativa cuando se plantea un proyecto de reutilización planificada con una cierta visión de futuro, en consonancia con los niveles de protección ambiental y de salud pública propios de una sociedad como la del siglo XXI en España.

El **cuadro V** resume los costes de inversión y de consumo energético que conllevan actualmente la regeneración de agua, la regulación en embalses en derivación y la desalación de agua marina. Los valores indicados para la regeneración de agua corresponden a unos niveles de calidad adecuados para su utilización en riego agrícola y de jardinería, con calidad suficiente para asegurar unos niveles de protección ambiental y de salud pública comparables a los asociados con el uso de agua potable y capaces por tanto de ser utilizada sin restricción respecto al posible contacto del agua con el público.

Cuadro V.

Costes de inversión y de consumo energético de diversos elementos de gestión de los recursos hídricos. Consorcio Costa Brava, 2001-2004 (Sala y col., 2004), California, 2000, Palma de Mallorca, 2001 y Vitoria, 2004.

Alternativa	Inversión, euros/m ³ -año	Amortización, años	Consumo, kWh/m ³
Regeneración (riego sin restricción)	0,26 (Vitoria)	15 - 25	0,001- 0,73 (CCB)
Regulación (en derivación)	1,7 (Vitoria) 2,0 dólares (California)	> 100	—
Regulación (en acuífero)	0,83 dólares (California)	25	—
Desalación agua marina (Blanes, Carboneras, futuro Barcelona, Palma de Mallorca)	3,0 - 4,0	5 (membranas) 25 (instalaciones)	3,5 - 4,0

El **cuadro V** muestra el incremento de los costes de inversión a medida que se pasa de la regeneración a la regulación y a la desalación. Si a ello se añade el período de amortización, resulta claro que los costes unitarios de la regulación son los menores de todos ellos, seguidos por los de la regeneración y de la desalación. Obviamente, la valoración completa de la reutilización requiere tener en cuenta los costes de inversión de la red de distribución que pueda ser necesaria. Por este motivo, los proyectos de reutilización suelen plantearse de forma progresiva, en forma de "mancha de aceite", atendiendo inicialmente a los grupos de usuarios con mayor capacidad de uso o los más próximos a la planta de regeneración.

El consumo energético de estas tres alternativas marca igualmente una clara distinción entre ellas. Mientras que la regeneración tiene unos consumos unitarios inferiores a 1 kWh/m³, la desalación de agua marina alcanza normalmente valores próximos a 4 kWh/m³. Al margen del coste económico que esto representa, conviene tener en cuenta también el impacto ambiental que esos niveles de consumo eléctrico conlleva. Considerando que la aportación media de dióxido de carbono se sitúa en torno a 460 g/kWh producido en España y que el derecho de emisión de dióxido de carbono se sitúa actualmente en unos 20 euros por tonelada, cada kWh consumido en España añade un coste ambiental adicional de 0,01 euros/m³ al agua regenerada y de 0,04 euros/m³ al agua marina desalada.

El **cuadro V** no incluye valores del consumo energético para el caso de la regulación superficial o subterránea, pues es muy variable dependiendo de las circunstancias. Cuando la recarga de acuíferos se hace por infiltración, la energía necesaria para la introducción del agua puede ser insignificante, mientras que su extracción puede tener ven-

tajas para los usuarios, pues el nivel de los pozos será superior al que tenían antes de la recarga.

El **cuadro VI** resume los consumos energéticos medios de los procesos comúnmente utilizados para la potabilización, la depuración y la regeneración de agua en las instalaciones del Consorcio de la Costa Brava, a partir de aguas superficiales. Los valores indican el aumento que se registra, de forma significativa en ciertos casos, cuando se incorporan los consumos asociados con todas las operaciones adicionales al tratamiento propiamente dicho. Los valores resultantes indican que los consumos correspondientes a la potabilización, la depuración y la regeneración son similares entre sí, oscilando entre unos máximos de 1,1 a 1,7 kWh/m³. El hecho de que la distribución de agua potable haya de asegurar unas presiones mínimas en zonas urbanas de diferentes alturas, comporta unos consumos más elevados. El saneamiento se efectúa generalmente por gravedad (con bombeos periódicos) y comporta unos consumos menores.

Gestión económica del agua regenerada

Los episodios de sequía plantean con frecuencia fuertes tensiones entre los diversos usuarios de los recursos hídricos, a la vez que potencian el interés de todos ellos por fuentes de agua no convencionales que puedan aportar soluciones a la falta de recursos convencionales. La prioridad que la reglamentación española asigna al consumo humano sobre otros usos ha hecho que la gestión de las medidas para mitigar los efectos de la sequía registrada durante el año 2005 en España, y particularmente en determinadas comunidades autónomas



Hydro PC, la excelencia en goteros integrados

Le presentamos el Hydro PC, gotero de última generación, autocompensante con opción antidrenante y ahora en tubería de 12 mm.

Su tecnología de vanguardia y los exigentes controles de calidad a los que es sometido, hacen de HydroPC el referente mundial en goteros integrados.

BRIGHT IRRIGATION
riego inteligente

PLASTRO
IBERICA

Cuadro VI.

Consumo energético, en kWh/m³, de los procesos de tratamiento y de suministro de agua en el Consorcio de la Costa Brava, 2001-04 (Sala y col., 2004).

Proceso de tratamiento	Tratamiento exclusivamente	Captación, tratamiento e impulsión
Potabilización	< 0,17	0,15 - 1,7
Depuración	0,30 - 0,90	0,38 - 1,1
Regeneración	0,001 - 0,73	0,001 - 1,3
Desalación (Blanes y futuro Barcelona)	3,8 - 4,0	4,9 - 5,4 (Blanes)

como Cataluña, Valencia, Murcia, Andalucía y Madrid, haya suscitado intensos debates entre los usuarios urbanos y agrícolas del agua, a la vez que ha propiciado un renovado interés por la reutilización planificada del agua como forma de resolver los déficits coyunturales o permanentes de agua.

El establecimiento del precio y del coste del agua regenerada es un proceso determinante de la operatividad y el éxito de cualquier programa de reutilización planificada de agua. Este proceso es complejo, debido fundamentalmente a que suele ser más costoso suministrar agua regenerada que mantener un abastecimiento de agua potable, a pesar de que el agua regenerada tiene una calidad inferior a la del agua potable (Cuthbert y Hajnosz, 1999). Mientras que los costes de abastecimiento de agua potable suelen estar basados en inversiones pasadas, y en gran parte amortizadas, los proyectos de suministro de agua regenerada han de enfrentarse a unas inversiones y a un régimen de explotación y mantenimiento que, de acuerdo con los métodos tradicionales de asignación de costes, hacen que el coste del agua regenerada sea igual o incluso superior al del agua de abastecimiento público.

El dilema en estos casos es evidente: si el agua regenerada se factura a su precio real de coste, los usuarios no tendrán generalmente un incentivo suficiente para utilizarla; por otra parte, si el agua regenerada se factura a un precio inferior a su coste de producción, será necesario obtener una compensación con otras fuentes de ingresos. La cuestión que surge en este caso es determinar quién debe hacerse cargo de esos gastos, y cuál ha de ser su cuantía. No obstante, los beneficios aportados a largo plazo por la utilización del agua regenerada hacen que numerosos servicios públicos de abastecimiento de agua y

de suministro de agua de riego estén promoviendo su utilización.

La gestión económica de la reutilización planificada se presenta especialmente compleja y difícil en poblaciones como las de los Estados Unidos de América, donde es muy frecuente que la gestión del ciclo del agua la realicen separadamente dos instituciones con objetivos independientes: 1) entidades dedicadas al abastecimiento de agua (Water Districts), cuyo objetivo es promover nuevos recursos, y 2) entidades dedicadas al saneamiento del agua (Sanitation Districts), cuyo objetivo es gestionar la depuración y el vertido de los efluentes.

La reutilización planificada el agua adquiere una nueva dimensión cuando se contempla desde un punto de vista más amplio que el tradicional (entidades diferentes que gestionan una parte del ciclo del agua), teniendo en cuenta, entre otros factores, las posibilidades del sistema de regeneración de agua para: 1) evitar los mayores costes de nuevas fuentes de abastecimiento de agua potable, siempre que éstas sean realmente posibles, y 2) evitar los mayores costes que pueden representar las mejoras en la depuración y el vertido requeridas por nuevas limitaciones sanitarias y ambientales. Un ejemplo emblemático de esta situación es el proyecto Groundwater Replenishment System, promovido a partes iguales por el Orange County Water District y el Orange County Sanitation District, con objeto de regenerar y reutilizar 90 hm³ de agua anualmente que, con un presupuesto total de 427 millones de dólares, se inició en el año 2003 y debe entrar en servicio a principios de 2007 (Mujeriego, 2004; OCWD.com; OCSD.com).

La gestión del ciclo del agua en el contexto de una cuenca hidrográfica, tal como se ha venido aplicando tradicionalmente en España y como la Directiva Marco del Agua propugna en Europa, ofrece un marco excelente y mucho más favorable para llevar a cabo una gestión integrada de los recursos hídricos, en la que los requisitos económicos y financieros de la reutilización planificada pasan a ser un elemento más a tener en cuenta dentro del balance general de costes y beneficios de la cuenca. La creación de los organismos de Cuenca, como responsables de la gestión integrada de los recursos, permite que los proyectos de reutilización planificada puedan beneficiarse de los ahorros e incluso de los beneficios derivados de no tener que recurrir a nuevas y costosas fuentes de abastecimiento de agua potable. El desarrollo reglamentario del dominio público hidráulico y la posibilidad de implantar centros de intercambio de derechos del agua ofrecen grandes posibilidades para una mejor gestión de los recursos y posibilitan la incorporación del agua regenerada como un nuevo elemento dinamizador del sistema.

Entre los beneficios más destacables de la reutilización planificada cabe resaltar la mayor disponibilidad de agua prepotable que ello conlleva, cuando se sustituye por agua regenerada, y la mayor garantía de los suministros de agua regenerada para riego, que permite mitigar o suprimir las restricciones de riego que habrían de aplicarse durante periodos secos, evitando las enormes pérdidas que los periodos de sequía meteorológica comportan usualmente. Si a esto se unen las posibilidades de coordinación entre recursos superficiales y recursos subterráneos, especialmente por las posibilidades de regulación que estos últimos ofrecen, así como los ahorros y el uso eficiente del agua en usos agrícolas, puede concluirse que la gestión integrada permite mejorar sustancialmente la disponibilidad de recursos para los diferentes usuarios, así como una mayor garantía de esos mismos recursos.

En realidad, los intercambios de recursos entre usuarios vienen teniendo lugar en zonas mediterráneas españolas desde tiempo inmemorial, aunque las sequías recientes y el aumento de los consumos urbanos y agrícolas de las últimas décadas los hayan hecho más frecuentes. Estas cesiones de recursos entre usuarios agrícolas, y entre usuarios agrícolas y ur-



Riego de viveros con agua regenerada, junto al río Santa Ana, en Huntington Beach (California).



**SIGUE LA
HUELLA DE**



MICHELIN

Exelagri

Y DEJA LA TUYA

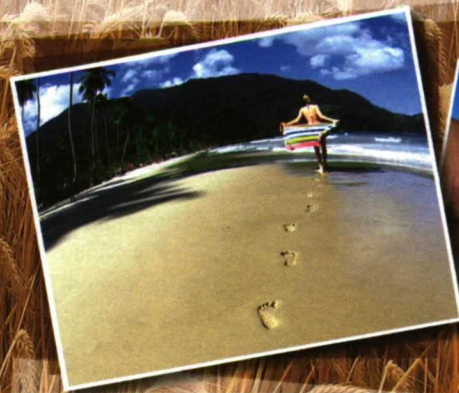
Más información en:
www.siguelahuella.com

902 209 230

Envía un sms al 7212 con:
VR espacio tu C.P. (Ejemplo: VR 28031)
para conocer tu punto de venta Michelin Exelagri
mas cercano. Coste del mensaje 0,30 euros + IVA

Ahora lo puedes conseguir. Michelin Exelagri va a sortear magníficos regalos que te van a dejar huella:

- 1 NISSAN PATHFINDER
- 10 viajes a Salvador de Bahía (Brasil)
- 20 navegadores ViaMichelin



Sólo tienes que realizar una compra igual o superior a 1.000 euros en neumáticos Agrícolas Radiales marca Michelin en cualquiera de los puntos de venta Michelin Exelagri.

**SUERTE, UNO DE ESTOS REGALOS
PUEDE SER TUYO**

* 1 participación por cada 1.000 euros de compra. Impuestos y servicios no incluidos. Promoción válida del 1 de febrero al 31 de mayo de 2008. Fotografía del vehículo no real. Consulta las bases de la promoción, los puntos de venta adheridos y la descripción del vehículo real en www.siguelahuella.com

Los especialistas a su servicio



MICHELIN

Exelagri

banos vienen propiciados por su capacidad de mantener inalterados los derechos concesionales y aportar beneficios a todos los partícipes. Cabe pensar por tanto que, si los centros de intercambio de derechos del uso del agua permiten establecer formas contractuales que respondan de forma adecuada a esas dos inquietudes de los usuarios, los intercambios serán una realidad cada vez más frecuente y mejor planificada.

Propuestas de gestión

Entre las propuestas de gestión en las que la reutilización planificada está contribuyendo a mejorar la gestión integrada de los recursos, ofreciendo una mayor garantía de suministro a los usuarios, pueden mencionarse las siguientes:

1. La sustitución de aguas pre-potables por aguas regeneradas. Teniendo en cuenta que el coste marginal de las aguas pre-potables en un contexto de déficit suele ser considerablemente superior al del agua regenerada, y también al del agua pre-potable disponible convencionalmente, el cambio podría hacerse tomando como referencia el coste del agua pre-potable que se libera, de modo que el concesionario inicial pudiera implantar el riego con agua regenerada (producción y distribución) sin costes adicionales.

2. La aportación de agua regenerada para regadíos infradotados o nuevos regadíos. El régimen económico y financiero de estas concesiones puede plantearse en el marco general de las alternativas disponibles, de modo que el beneficiario sufrague el coste del proyecto, siguiendo unas pautas similares a las aplicadas a los usuarios de recursos convencionales. Aunque el coste de producción del agua regenerada es generalmente inferior al del agua potable convencional, la implantación de un conducto específico para su transporte hasta el punto de uso puede representar un coste adicional importante. No obstante, si la conducción de distribución ya existe, como puede ser el caso de los riegos infradotados, ese componente del coste se limitará a sufragar las instalaciones de conexión entre la planta de regeneración y la red de distribución de agua de riego.

3. La recarga artificial de acuíferos con aguas regeneradas. El Groundwater Replenishment System del Orange County Water District y Orange County Sanitation District representa el proyecto más emblemático y de mayor envergadura del mundo, con una producción anual de 90 hm³ de agua. La recarga de un acuífero potable contará con 47 hm³, mientras que los restantes 43 hm³ se utilizarán para alimentar la barrera contra la intrusión salina de ese mismo acuífero. El coste del agua regenerada en los puntos de infiltración e inyección se sitúa próxima a 0,40 dólares/m³, que es el precio máximo actual de las aguas superficiales disponibles en esa zona para esos mismos usos.

Otras opciones de gestión integrada del agua que se están implantando, al margen o en coordinación con el uso de agua regenerada, son las siguientes:

1. La rehabilitación de los sistemas de riego agrícola (mejora de su eficiencia) a cambio de una fracción del agua ahorrada mediante esas medidas. Este planteamiento ya ha sido aplicado en España, siendo el Plan Delta en el río Ebro uno de los más recientes y más emblemáticos (Consorti d'Aigües de Tarragona, 1995). El revestimiento y mejora de 197 km de canales de riego, junto con la rehabilitación de instalaciones auxiliares, con un presupuesto total de 140 millones de euros en el año 2000 permitió ahorrar 12 m³/s de agua que se infiltraban por los canales de riego, de los cuales el Consorti d'Aigües de Tarragona recibió una concesión de 4 m³/s, equivalentes a 126 hm³ anuales. En definitiva, una inversión de 1,10 euros/m³ permitió obtener una nueva concesión de agua pre-potable.

2. La recarga artificial de acuíferos como forma de regular los recursos de aguas superficiales. Aunque la recarga artificial de acuíferos

La implantación de acuerdos contractuales para la utilización de aguas regeneradas que respondan a las inquietudes de calidad y de garantía de suministro del agua de riego, a la vez que a los intereses económicos de los concesionarios, ofrece a la agricultura de regadío una alternativa práctica de enorme interés para resolver los retos que le plantea el déficit de recursos, especialmente en las zonas costeras, a la vez que un respaldo reglamentario ante las exigencias de calidad de los productos cultivados con ellas

ha sido ampliamente estudiada y debatida en España (ITGE, 2000), sólo ha alcanzado una aplicación limitada, incluso tras los episodios de sequía y escasez de recursos experimentados durante las últimas décadas en diversas zonas del país. Como ejemplo del potencial que ofrece este elemento de gestión, puede citarse el caso de Metropolitan Water District del Sur de California (MWD; www.mwdh2o.com), distribuidor en alta de agua de abastecimiento para 18 millones de habitantes del sur de California. El MWD ha venido establecido durante la última década acuerdos con un total de seis municipios y comunidades de regantes dotadas de acuíferos, mediante los cuales ha conseguido dotarse de una capacidad de regulación de 230 hm³, ligeramente superior a la capacidad de Lake Matthews, el segundo embalse por capacidad del sur de California. El acuerdo establecido en febrero de 2005 con la ciudad de Compton, tiene una duración de veinticinco años y contempla la posibilidad de infiltrar hasta 2,8 hm³ de agua excedente del trasvase Sacramento-Los Ángeles, a cambio de una aportación de 2,42 millones de dólares, destinada a la rehabilitación de las tuberías y los pozos utilizados por la ciudad para la gestión de su abastecimiento a partir del acuífero en cuestión. Este acuerdo representa una inversión unitaria de 0,86 dólares por m³ de capacidad de regulación, amortizables en 25 años.

Para las comunidades de regantes, estos acuerdos han significado notables beneficios, entre los que cabe destacar: 1) una mayor garantía de sus disponibilidades de agua (disponen de un agua en depósito que pueden utilizar de forma reglamentada), 2) una menor profundidad de bombeo, en cuanto los niveles piezométricos suben con el mayor volumen de agua almacenada, y 3) una mejora de sus instalaciones, mediante las inversiones directas y los fondos en efectivo que MWD aporta con el acuerdo. Hay que resaltar que estos acuerdos necesitan generalmente de un trabajo laborioso y largo para su elaboración, pero avanzan de forma planificada. ■

Agradecimientos

Los estudios y experiencias documentados en esta ponencia han sido posibles gracias a la colaboración y apoyo económico que diversas instituciones públicas nos han brindado desde 1985, entre la que hemos de destacar el Consorci de la Costa Brava, la antigua Junta de Sanejament de la Generalitat de Catalunya, la Agència Catalana de l'Aigua, la Diputació Foral de Álava, la Comunidad de Regantes Arrato, el Ministerio de Educación y Ciencia, y la Fundación del Instituto Euromediterráneo de Hidrotecnia.

Bibliografía

Existe una amplia bibliografía a disposición de nuestros lectores que pueden solicitar por correo electrónico: redaccion@eumedia.es

Resumen de la ponencia presentada en el XI Congreso Nacional de Comunidades de Regantes de España. Palma de Mallorca, 15-19 de mayo de 2006.