ECONOMÍA Y NATURALEZA

La economía del agua en España

FUNDACION ARGENTARIA

VISOR (dis., s.a.)

Varios autores

La economía del agua en España

COLECCIÓN
ECONOMÍA Y NATURALEZA
Serie «Textos Aplicados»

VARIOS AUTORES

LA ECONOMÍA DEL AGUA EN ESPAÑA

Edición a cargo de José Manuel Naredo
Fundación Argentaria

FUNDACION ARGENTARIA

VISOR (dis., s.a.)

Colección «Economía y Naturaleza», vol. VII
Serie «Textos Aplicados»

Diseño portada: Aitor Méndez y Raquel de la Fuente

© Fundación Argentaria - Visor Dis., 1997

ISBN: 84-7774-977-9
Depósito Legal: M-16.480-1997

Visor Fotocomposición
Impreso en España - *Printed in Spain*
Gráficas Rógar. Navalcarnero (Madrid)

ÍNDICE

ASPECTOS GENERALES

PROBLEMÁTICA DE LA GESTIÓN DEL AGUA EN ESPAÑA, *José Manuel Naredo Pérez* 11

LA ESCASEZ DEL AGUA Y EL MODO DE ABORDARLA: NUEVOS ABASTECIMIENTOS VERSUS «WATER CONSERVATION», *Bernardo López-Camacho* 27

LA CALIDAD EN LA ECONOMÍA DEL AGUA, *José María Gascó Montes y Antonio Saa Requejo* 69

INSTITUCIONES E INSTRUMENTOS ÚTILES PARA MEJORAR LA GESTIÓN DEL AGUA, *Federico Aguilera Klink* 79

LAS NUEVAS TÉCNICAS DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA DEMANDA ELÉCTRICA Y SU APLICACIÓN A LA ECONOMÍA DEL AGUA, *Antonio Estevan Estevan* 103

DIFICULTADES Y OPORTUNIDADES DE UNA GESTIÓN RAZONABLE DEL AGUA EN ESPAÑA: LA FLEXIBILIZACIÓN DEL RÉGIMEN CONCESIONAL, *Josefina Maestu Unturbe* 121

ESTUDIOS DE CASOS

USO DEL AGUA DE RIEGO EN ALMERÍA, *José López-Gálvez y Alberto Losada Villasante* 143

LA DESALACIÓN DEL AGUA PARA USO AGRÍCOLA, *Fernando Ojeda Pérez* 177

UN EJEMPLO DE INVERSIÓN AHORRADORA DE AGUA: LA REMODELACIÓN DE LA ACEQUIA REAL DE JÚCAR, *Esteve Tomás Torrens* 183

MESA REDONDA SOBRE LA ECONOMÍA DEL AGUA EN ANDALUCÍA

PROBLEMÁTICA DE LA GESTIÓN DEL AGUA EN ESPAÑA, *José Luis Blanco Romero* 211

LA ECONOMÍA DEL AGUA EN ESPAÑA, *Julián Díaz Ortega* 215

LA ECONOMÍA DEL AGUA EN ANDALUCÍA, *Cristóbal Huertas Hueso* 221

LA GESTIÓN EMPRESARIAL DEL AGUA, *Juan López Martos y Noelia Rodríguez Ferrero* 227

Aspectos generales

PROBLEMÁTICA DE LA GESTIÓN DEL AGUA EN ESPAÑA

José Manuel Naredo
Fundación Argentaria

1. Introducción

El «problema del agua» ha cobrado en los últimos tiempos un peso importante en la opinión pública, al apreciarse que no sólo algunos regadíos se vieron privados de este recurso, sino que su privación ha alcanzado también a los usuarios urbano-industriales. Aunque tal situación de emergencia resulte, en parte, de la sucesión de varios años «malos» y aunque estemos habituados desde hace tiempo a quejarnos de la «pertinaz sequía», cuando no de las avenidas e inundaciones, también es cierto que la cada vez mayor y más generalizada presión de los usos inclina con más frecuencia hacia la escasez las situaciones «de emergencia». Los períodos de sequía hacen que los encuentros sobre el agua proliferen tanto o más que los hongos con la humedad. Sin embargo, cuando vienen las lluvias se olvidan las preocupaciones y los buenos propósitos. Este no fue el caso del seminario que, celebrado en Sevilla en noviembre de 1995, dio origen a la presente publicación. Ya que se integra en una línea de investigación permanente sobre «Economía del agua» que se desarrolla en el Programa «Economía y Naturaleza» de la Fundación Argentaria.

El aluvión de críticas que levantó la divulgación de los documentos que compusieron el anteproyecto de Plan Hidrológico encubrió el principal mérito del mismo: el haber operado un cambio fundamental en la problemática planteada, proponiendo por primera vez desplazar el centro de interés de la Administración desde la gestión de las obras hidráulicas hacia la gestión del agua como recurso. Fue, precisamente, el enunciado de este nuevo propósito el que avivó preocupaciones que habían permanecido largo tiempo soterradas, dando pie a buena parte de las críticas mencionadas así como a la polémica entre autonomías, que originó en repetidas ocasiones grandes titulares de prensa sobre la «guerra del agua» por cincuenta e incluso menos hectómetros cúbicos,

cuando el canal del Trasvase Tajo-Segura había sido dimensionado para mil.

El simple hecho de que la discusión de trasvasar o no sólo el 5 por 100 de la cantidad anual de agua para la que se habían dimensionado dos años atrás las costosas infraestructuras disponibles, levantara semejantes polémicas enfrentando incluso a dos presidentes autonómicos del mismo partido político, invita a abordar con prudencia la construcción de nuevas infraestructuras y a replantear el modo de consensuarlas antes, y no después, de haberlas realizado. Porque el interés nacional o el bien común al que pretende servir la planificación hidrológica, no cabe esperar que caiga del cielo, ni de la mente preclara de ningún político o técnico carismático, sino de lo que los ciudadanos de este país convenientemente informados discutan, consideren y acuerden como bueno e interesante. Por tanto, el propio proceso de planificación hidrológica debería facilitar que se informe, discuta y consensúe lo que ha de ser el interés nacional. En caso contrario, imponer unas políticas y unas infraestructuras en nombre de éste, recuerda las prácticas del antiguo régimen dictatorial, que resultarían muy costosas de mantener con las libertades actuales: las «guerras del agua» podrían enconarse pasando de la protesta formal a la crispación social y el sabotaje de unas infraestructuras de gran fragilidad. Por lo cual no parece oportuno, en nombre del tan valorado interés nacional, precipitar la aprobación del actual anteproyecto de Plan Hidrológico con ánimo de sacar adelante un paquete de obras, cuando su versión inicial adolece de limitaciones de enfoque y de información de base que no pueden resolverse mediante retoques puntuales y apresurados. Como tampoco lo sería demorar indefinidamente el ejercicio de racionalización y transparencia propio del empeño planificador, para seguir sacando las obras por vía de emergencia.

El problema estriba en que el cambio de orientación apuntado, desde la gestión de la obra a la del recurso, es fácil de enunciar, pero difícil de trasladar a la práctica con la premura que suelen demandar las operaciones políticas. Tras más de un siglo gestionando y planificando obras hidráulicas, es problemático exigir a los técnicos y los organismos implicados que se dediquen ahora, de la noche a la mañana, a gestionar y planificar el uso del agua como recurso. Tal cosa requiere, además de cambios administrativos, una profunda reconversión mental que no cabe improvisar. El principal problema del anteproyecto de Plan Hidrológico es que, como era de esperar, no pudo adaptarse a los nuevos propósitos con la agilidad que demandaban unos plazos tan perentorios: ni el aparato conceptual, ni la información estadística, ni el marco institucional, pudieron ponerse a punto para responder con satisfactoria solvencia al nuevo reto, viéndose desviado de su nueva meta por la inercia del pasado.

2. Dos maneras de aproximarse al ciclo del agua

La planificación de las obras hidráulicas se ha apoyado tradicionalmente en datos de precipitaciones y caudales disponibles para proyectar infraestructuras orientadas al abastecimiento de unas demandas que le venían dadas como algo exógeno y creciente. Para este propósito bastaba con mantener una red de pluviómetros y otra de aforos que aportaran los datos empíricos mínimos sobre los que apoyar este ejercicio, y con atribuir unas «dotaciones» razonables para los distintos usos, acordes con objetivos que venían avalados la mayoría de las veces por criterios políticos. Desde este punto de vista, tanto por suponer una tendencia natural al crecimiento de las «demandas», como por garantizar la propia seguridad de los abastecimientos con una pluviometría tan irregular como la nuestra, no tenía sentido profundizar en el análisis de los usos ni en el modo de recortar las «dotaciones», ni las inversiones, en obras hidráulicas, cuando además había intereses directamente vinculados al volumen de éstas.

Así las cosas, los logros de la ingeniería hidráulica en nuestro país son sin duda espectaculares y, gracias a ellos, la mayoría de los usuarios ha podido evitar hasta el momento ser importunado por el fantasma de la escasez de agua que, sin embargo, es consustancial a buena parte de nuestro territorio. No en vano, para defenderse de él, España no sólo cuenta con una capacidad de embalse varias veces superior a la de nuestra vecina Francia para dar abastecimiento a un territorio y una población menores, sino que en nuestro país el porcentaje de superficie ocupada por embalses alcanza un récord mundial. No es accidental que, llegados a este punto, se desplacen las preocupaciones desde el abastecimiento hacia la gestión del agua, habida cuenta que las posibilidades de aquél se van acercando a los límites propios del territorio y su coste resulta cada vez más elevado. Pero el cambio de orientación indicado reclama, enfoques y datos más amplios y complejos de los que la planificación de la obras hidráulicas estaba habituada a manejar. Cuando se acentúa el carácter limitante del propio recurso agua, la tendencia a sobredimensionar infraestructuras pensando en futuras demandas en expansión, desemboca con facilidad en fiascos técnicos y económicos. Reflexionemos, pues, sobre el necesario cambio de enfoques.

En primer lugar hay que advertir que el cambio de enfoques indicado alcanza hasta la propia manera de considerar el ciclo del agua. A la planificación tradicional de obras hidráulicas le bastaba con interpretar los problemas desde la mecánica de fluidos y la Ley de Conservación de la materia y la energía en la que ésta se apoya. Ley que permite establecer el conocido balance que iguala, en un período de tiempo, los flujos acumulados de entrada de agua a cualquier territorio o receptáculo, con los de salida más la variación del *stock* contenido en el mismo. Sin embargo, la

gestión del agua como recurso obliga a interpretar el ciclo hidrológico, no sólo desde la mencionada Ley de Conservación (conocida como Primer Principio de la Termodinámica), sino también desde la Ley de la Entropía (o Segundo Principio de la Termodinámica) que dibuja el trasfondo físico de la escasez económica, al establecer que no puede haber procesos cuyos logros no entrañen pérdidas netas de energía disponible, desterrando del mundo físico la posibilidad de obtener duros a peseta o de conseguir la quimera del *perpetuum mobile.*

La Ley de la Entropía gobierna el comportamiento del agua en el ciclo hidrológico, explicando todos sus cambios más o menos «espontáneos» de estado (nieve, hielo, vapor o agua líquida) de calidad (con más o menos sales o materia orgánica en dilución, agua libre o absorbida) o de posición gravitatoria, que se operan a lo largo del mismo. Este conjunto de cambios configura un «campo de gradientes de potencial» ligados al agua que va disminuyendo, desde que ésta aparece en forma de lluvia, hasta que llega al mar, donde alcanza su máximo nivel de *entropía* que la radiación solar invierte al devolverle (mediante la evaporación, elevación y pérdida de solutos) su nivel originario de calidad asociada a la cantidad. Así, podemos decir que esa fuente externa que es la energía solar mueve el ciclo hidrológico, como el agua mueve la rueda de un molino, y que el hombre puede acelerar (usando), retrasar (conservando) e incluso invertir (depurando, desalando y bombeando) las pérdidas y deterioros que se operan a lo largo del mismo (aunque tales operaciones de impulsión y reciclaje entrañen siempre mayores costes que las ganancias de potencial obtenidas).

Sinteticemos los dos sistemas de representación a los que conducen la versión mecánica ordinaria y la versión termodinámica antes esbozada de la problemática que envuelve al ciclo del agua. La interpretación que se hace de este ciclo desde la mecánica clásica, a partir del simple Principio de Conservación, al ignorar los cambios unidireccionales de calidad y estado antes apuntados, tiene el siguiente significado desde el punto de vista de la teoría de sistemas: «en el sistema no hay fuentes ni sumideros». Para que tal cosa ocurra el gradiente de potencial ligado a la calidad del agua ha de presuponerse nulo, bien por considerarla homogénea a lo largo del ciclo o por suponer que los cambios de calidad son erráticos o, todo lo más, ligados a las contaminaciones de origen antrópico. Interpretación esta que necesita conciliarse con la explicación del fluir del agua en el ciclo hidrológico. Lo que puede hacerse, sin salir de la mecánica clásica, tomando la fuerza de la gravedad como algo ajeno al agua que la impulsa hacia la cota cero de los mares, pudiendo el hombre utilizar esta fuerza hidráulica para sus propios fines industriales, sin menoscabo de esa otra calidad química, homogénea o aleatoria, supuestamente intrínseca del agua. El anteproyecto de Plan ha sido tributario de esta interpretación, al ocuparse sólo de la contaminación de origen antrópico.

Esta interpretación del ciclo hidrológico que hace abstracción del mapa de calidad natural o de fondo con el que se ha de trabajar, podría resultar aceptable en un país de clima húmedo, donde predomine la buena calidad natural de sus aguas continentales hasta los mismos límites de su territorio, sin embargo, resulta totalmente inconveniente en un país como el nuestro, en el que las diferencias de calidad natural intra e ínter cuencas son abismales. Así, en la España meridional y costera, los problemas de calidad contribuyen tanto o más que los de cantidad a la escasez de agua para abastecimiento, por lo que carece de sentido preocuparse sólo de la cantidad y no de conservar, gestionar e, incluso, rectificar la calidad del agua disponible en esos territorios. Por ejemplo, la masiva instalación de aljibes en esas zonas, hoy desbaratados por el «progreso», buscaba más la calidad del agua de lluvia que la cantidad, que normalmente ofrecían los pozos y fuentes locales, utilizando así aguas de calidades diferentes para satisfacer usos diferentes, con más juicio de lo que comúnmente hacen los abastecimientos centralizados y polivalentes de hoy día.

La interpretación estrecha del ciclo del agua que estamos comentando, al limitarse a postular que «nada se crea ni se destruye a lo largo del mismo», arroja un corolario bastante pobre con vistas a la gestión: se trata de aumentar lo más posible las captaciones y de paliar las irregularidades temporales y los desequilibrios espaciales en cantidad, para abastecer lo mejor posible unas demandas que se suponen exógenas y crecientes. De esta manera se da por buena una gestión que consiga asegurar el máximo de *entradas* de agua al sistema de usos, captando, embalsando y trasvasando desde donde «sobre» hacia donde «falte», para evitar en suma que ésta *salga* y se «pierda» en el mar. Problemas todos ellos cuyos plantemientos y soluciones se circunscriben al mero campo de lo técnico.

Sin embargo, si postulamos, de acuerdo con la Ley de la Entropía, que existe un desequilibrio fundamental en calidad que recorre y mueve todo el ciclo hidrológico desde la fuente (entradas por precipitación) hasta el sumidero último (el mar), se obtienen orientaciones distintas con vistas a la gestión. La realidad del ciclo hidrológico se manifiesta, así, como un sistema abierto y desequilibrado en calidad asociada a la cantidad, cuyos intercambios de masa y energía con el exterior, originan flujos variables en en función de la energía natural de la radiación solar y sus derivados o de la artificial de manejo que el hombre puede introducir. El corolario que para la gestión se deriva de este enfoque ya no puede limitarse a aumentar las entradas al sistema de usos sin atender a lo que ocurre dentro del mismo, sino que debe orientarse a reducir o retrasar las pérdidas en cantidad y calidad que se producen en su seno, buscando mejorar la eficiencia de los usos y penalizando y desalentando los más inadaptados y dispendiosos en los territorios cuyas escasas dotaciones así lo justifiquen. Y, en lo que concierne a los abastecimientos, este enfoque nos recuerda que la ges-

tión del agua rara vez se enfrenta hoy a un problema de escasez (o de abundancia) absoluta que induzca a ampliar las captaciones y trasvases sin reparar en sus costes, sino que es precisamente la consideración de éstos la que debe ayudarnos a elegir entre las opciones técnicas que nos brinda un estado de las artes capaz no sólo de mejorar la eficiencia de los usos y de extender la depuración y reutilización del agua, sino de forzar también la «reversibilidad» del propio ciclo hidrológico desalinizando el agua salobre e, incluso, la propia agua del mar y elevándola a la cota deseada.

Desde esta perspectiva la gestión del agua cobra una dimensión claramente económica, al plantearse en términos de elección entre las distintas posibilidades técnicas y sociales de encarar el problema (ahorro, reciclaje, uso combinado, abastecimiento de uno u otro tipo...), teniendo en cuenta el coste físico y monetario de cada una de ellas. El coste físico de depuración, en cuyo extremo se situaría la opción de retomar el agua desde ese sumidero último que es el mar, para devolverle su condición de recurso con la calidad y ubicación deseada, constituye una guía objetiva para la gestión, al aportar el mapa de costes máximos con el que debe contar cualquier política de abastecimientos (sería una aberración económica recurrir al abastecimiento mediante la captación y traída de aguas continentales, con costes físicos superiores a los que se originarían haciéndolo a partir del reciclaje y la desalación de aguas salobres e incluso marinas, con energía renovable, sin riesgo de desdotar otras zonas y con obras de menor impacto). Sin embargo, hay que subrayar que el coste monetario de las posibles opciones no es una variable independiente, ya que varía con el marco institucional y normativo que la política hidrológica impone, favoreciendo ciertas instalaciones, prácticas de gestión e intereses y penalizando otros.

3. Escasez física y escasez económica (socialmente generada)

Un vez aclaradas las cuestiones de enfoque que afectan a la propia consideración del ciclo hidrológico, estamos en condiciones de indicar que la gestión del agua como recurso exige primero plantear en su justo término su escasez física derivada de los condicionantes geoclimáticos. Para ello hay que subrayar que lo que se llama evapotranspiración potencial, es decir, el agua que se gastaría si se cubriera todo el suelo de vegetación, es mayor que la precipitación para la media del territorio español, a diferencia de lo que ocurre en Francia y en los otros países situados al norte de los Pirineos (en los que el exceso de precipitación sobre la evapotranspiración potencial impone el drenaje o «saneamiento» de los terrenos como práctica generalizada). Lo que denota el predominio de zonas áridas en nuestro territorio, en las que la escasez física de agua en cantidad y calidad (agravada por su

irregularidad) constituye el principal factor limitante para el desarrollo de la vegetación y los asentamientos y actividades humanas. Subrayemos que esta escasez física alcanza a todas las cuencas hidrográficas, con la excepción de las del Norte, en las que la precipitación excede en media anual a la evapotranspiración potencial, como es propio de las zonas de clima húmedo.

Lo anterior muestra que en España el objetivo de aumentar la vegetación (ya sea con fines productivos o ecológicos) entra normalmente en competencia con aquel otro de ampliar las disponibilidades y los otros usos del agua: si se deseara ampliar la cobertura vegetal (acercando la evapotranspiración real a la potencial) ésta podría llegar a absober toda la precipitación e incluso a originar un déficit para este fin en todas las cuencas con la excepción de las del Norte. Lo que hace de la política de cultivos, regadíos, repoblaciones y demás usos consuntivos del agua, una variable previa a definir para que se puedan prever con solvencia los posibles déficits o excedentes. Así, la extensión de los regadíos «mesetarios», amén de otros usos y prácticas «consuntivas»... unidos a las nuevas exigencias que sobre regulación de cauces se derivan de las flamantes competencias ambientales de las Comunidades Autónomas y a la pretensión de usar los embalses y los cauces para fines recreativos, pueden convertir en déficit cualquier hipotético excedente trasvasable. Lo cual denota que los trasvases de agua alcanzan, en la mayoría de los casos, una dimensión socioeconómica y no sólo técnica: no se trata de resolver técnicamente el planteamiento decimonónico de tomar de un territorio un recurso excedentario, para llevarlo a otro que es deficitario, sino de discutir sobre la conveniencia de utilizar un recurso naturalmente deficitario en un territorio o en otro. La dimensión económica de esta problemática se acentúa ciertamente con la tendencia a atribuir un valor monetario a los recursos naturales. Pero los trasvases o transferencias de agua alcanzan dimensiones más polémicas que las del dinero, por cuanto se trata no sólo de un recurso valorable, sino también de un elemento necesario para la vida, condicionante de la propia existencia de los asentamientos humanos y de los ecosistemas y paisajes que los envuelven.

Por todo lo anterior hay que subrayar también que a la escasez física arriba indicada se añade otra escasez económica, socialmente generada por la presión de la población y por su apego al manejo libre y abundante del agua que se plasma en la naturaleza dispendiosa de muchos de los hábitos actuales, la localización y las instalaciones de los usuarios (originando gastos urbano-industriales elevados y prácticas de riego poco eficientes) y de los propios gestores del agua (con pérdidas importantes en las redes de distribución). De ahí que la gestión económica del recurso deba contemplar las distintas posibilidades y costes que suponen las inversiones dirigidas a paliar la escasez física mediante nuevos suministros, junto a aquellas otras

orientadas a combatir la escasez económica mediante planes que induzcan a los usuarios a la cesión o venta sus actuales derechos o a mejorar la eficiencia de las instalaciones y las prácticas de gestión, optando en suma por modos de vida más acordes con aridez que caracteriza a buena parte del territorio peninsular.

Lo cual plantea la necesidad de disponer de información completa y detallada sobre lo que están costando los abastecimientos actuales con todos sus gastos derivados de planificación, gestión, depuración, etc., sobre lo que costarían las distintas opciones y sobre quién está financiando estos gastos o se prevé que los financie en el futuro. A la vez que obliga a superar el escenario «inercial» de «demanda» que, con ligeros retoques, presenta el anteproyecto de Plan Hidrológico y a deshacer, para ello, la confusión que existe entre la imputación de unas dotaciones teóricas, el gasto efectivo de agua de los usuarios y los derechos que éstos tienen reconocidos en forma de concesiones. Para ello habría que construir una información estadística solvente sobre las concesiones, sobre los gastos actuales de agua (en términos físicos y monetarios) y sobre los que se estimarían recomendables con instalaciones y patrones de uso más económicos que los actuales, todo ello por zonas y grupos de usuarios (informaciones hoy por hoy incompletas, inconsistentes o inexistentes). Esta información es la que permitiría hablar con propiedad de verdaderas *demandas*, es decir, de las cantidades de agua que los usuarios están dispuestos a comprar a un precio determinado y no de meros deseos de disponer u otorgar agua sin pensar en precio alguno.

La información hasta ahora mencionada posibilitaría el diseño solvente de planes de reconversión de las instalaciones y de los usos del agua y el territorio, precisando sus posibles resultados en ingresos, costes y eficiencias para facilitar determinados servicios a los usuarios. Y, por último, en función de los verdaderos escenarios de *demanda* derivados del punto anterior, se podrían recalcular los déficits de agua y diseñar los posibles proyectos para abastecerlos e iniciar la discusión sobre su viabilidad económica y su aceptación social. Pero estos proyectos dejarían de ser el objetivo único y descontextualizado que hasta ahora han venido siendo, para pasar a complementar e incentivar el logro de los objetivos previstos en los planes integrados de gestión de la demanda arriba mencionados.

Por otra parte, debemos insistir en que la tecnología actual permite considerar el ciclo hidrológico como un sistema abierto sobre el que el hombre puede intervenir, no sólo derivando más agua hacia los usos y retrasando las pérdidas en cantidad y calidad que se originan a lo largo del mismo, sino también reiniciando el propio ciclo a voluntad, a base de devolver el agua en las condiciones de calidad y ubicación deseadas mediante instalaciones de depuración, desalación y bombeo. De esta manera, junto a la ingeniería tradicional de abastecimiento, orientada a combatir la escasez física de agua de los territorios a base ofrecer más dota-

ciones en cantidad fruto de nuevas captaciones y trasvases, existe hoy otra ingeniería no menos potente que apunta a rectificar directamente su deterioro en calidad mediante el reciclaje. Lo anterior muestra que no es tanto la escasez absoluta de agua, lo que limita los abastecimientos como los costes físicos y monetarios en los que habría que incurrir, habida cuenta que la recirculación de agua de calidad antes mencionada podría llegar a nutrirse, sin problemas de cantidad, de ese sumidero último que es el mar.

4. Elección económica *versus* «guerras del agua»

Hemos visto que las indeterminaciones que plantean, a la hora de cifrar la demanda de agua, las políticas de ordenación del territorio y de la «water conservation» (orientada a incidir sobre la demanda misma forzando el ahorro, el uso combinado, la mejora en la eficiencia...), se añaden aquellas otras indeterminaciones derivadas del modo de obtener el recurso por el lado de la oferta. Insistamos en que ya no cabe imponer soluciones deterministas apoyadas en razones presuntamente técnicas al abanico de posibilidades existente: hacerlo agudizaría los problemas que las «guerras del agua» y la protesta ecologista han hecho aflorat. Las preguntas de hasta dónde deben llegar, y cómo se deben de abastecer, las demandas de agua, han de encontrar respuestas flexibles y consensuadas en el propio campo de lo económico y la Planificación Hidrológica debe establecer un marco propicio pata ello. En efecto, para que tal cosa ocurra haría falta disponer de la información y el marco institucional que lo posibiliten.

El principal escollo institucional a remover es el que congela las disponibilidades de agua en tres compartimentos estancos: el de agua para riego, el de agua para abastecimiento urbano e industrial y el de agua envasada o «de mesa». La disparidad de precios a los que se facturan las cantidades de agua utilizada en cada uno de estos tres mundos aislados es tan grande, que parecería indicar que no proceden del mismo ciclo hidrológico o que las separan diferencias de calidad mucho más generales y marcadas de las que de hecho se observan: en el primero de estos mundos es corriente que se esté pagando cerca de una peseta por metro cúbico, mientras que en el segundo se pagan del orden de cien pesetas por metro cúbico y en el tercero muchos miles de pesetas por metro cúbico, multiplicándose por más de cien los precios del agua bien pueden llegar a multiplicarse por cien los precios del agua al pasar de un nivel a otro. Es más, ni siquiera los ingresos brutos que cosechan los agricultores de regadío por cada metro cúbico de agua aplicada alcanzan, en muchos casos, las más de doscientas pesetas a las que se está facturando en muchos casos el metro cúbico de agua pata abastecimiento. Estas disparidades de precios o tarifas se prolongan en el interior de cada uno de los colectivos de usuarios, sin razones económicas que las justifiquen.

De ahí que acometer costosos y descontextualizados proyectos de captación, regulación o transporte de agua para nutrir abastecimientos urbanos en áreas que cuentan con amplias superficies de regadío, sea un notable despropósito económico. Ello, no sólo porque muchos regantes estarían encantados de vender total o parcialmente el agua de que disponen a precios muy inferiores a los que resultarían de facturar los nuevos proyectos, sino porque semejante proceder desanima el afán de mejorar la eficiencia en el uso del agua para riego, al mantener esta aplicación del agua al margen de la presión que plantean otros usos más valorados de la misma. Por ejemplo, llevar un barco con 30.000 toneladas (o m^3) de agua (es decir, el equivalentes al gasto anual de unas 6 hectáreas de regadío) a una isla como Mallorca, donde existen más de 20.000 hectáreas de riego, resulta en primer lugar un absurdo económico. Y si se multiplicara tan extravagante medio de abastecimiento, como propone el MOPTMA (cfr. Borrell, J., 1995) hasta alcanzar 7 hm^3 anuales, el agua trasvasada a penas sobrepasaría el 5% de la aplicada a los regadíos de la isla, culminando con ello el despropósito económico antes mencionado, de comprar y traer agua por procedimientos mucho más costosos de los que permitirían obtenerla *in situ* con el agrado de todos y sin serios contratiempos para la agricultura isleña, que podría seguir funcionando sin problemas a poco que mejorara su eficiencia en el uso del agua en cantidad y calidad. Todo lo anterior induciría a relacionar el abastecimiento de los distintos usos del agua con las calidades que requieren, rompiendo con el uso indiscriminado del que son hoy objeto. Sólo razones especiales de calidad e imagen de marca, unidas al alto poder de compra de los usuarios en la actual sociedad de consumo, explican el generalizado afán de acarrear agua de mesa a larga distancia en barcos, ferrocarriles o camiones, sustituyendo el papel que antes desempeñaban *in situ* los aljibes para abastecer de agua potable con «mineralización débil» a los habitantes de zonas con amplia presencia de aguas duras o salobres.

Por otra parte, el rígido sistema actual de concesiones finalistas impide establecer una gestión del agua acorde con la irregularidad de las lluvias propia de nuestro territorio. Precisamente los usos agrarios del agua deberían hacer las veces de colchón flexible que contribuyera, junto con las costosas infraestructuras de regulación y almacenamiento, a garantizar, con solvencia y economía, la seguridad de los abastecimientos urbano-industriales más vitales y valorados. E insistamos que ello no tiene por qué ocasionar, globalmente, la eliminación o el grave quebranto de la agricultura de regadío, dado el peso tan grande y determinante que ésta tiene entre los usuarios de agua, lo que hace que las transferencias hacia otros usos tengan por fuerza escasa importancia relativa (el problema se plantearía sólo localmente en zonas en las que el uso agrario del agua tiene menor entidad y corre el riesgo de desaparecer, ocasionando problemas sociales, paisajísti-

cos, etc). Por ejemplo, las restricciones de agua en la ciudad de Sevilla sólo pueden ser el exponente de una mala gestión y no de una escasez real: en la cuenca del Guadalquivir la agricultura está utilizando el 85% del agua destinada a usos consuntivos (según el anteproyecto del Plan Hidrológico) y obteniendo los agricultores unos ingresos por m^3 utilizado muy inferiores a los que obtendrían si pudieran desviarlo hacia el abastecimiento urbano.

A la luz de lo anterior, podemos decir que el primer trasvase a propiciar para resolver los problemas del agua en nuestro país, es el que se produciría entre los tres compartimentos estancos indicados en los que se encuentran agrupados los usos del agua y, sobre todo, entre ese 80% de los usos consuntivos que se destina al riego y el resto de los usos. Para ello, más que grandes inversiones y medios de transporte, lo que hace falta es romper las barreras institucionales que actualmente aíslan tales compartimentos, contraviniendo el primero y más elemental de los seis criterios que a juicio de Howe y Schurmeier (1986) debería cumplir una asignación económica razonable: el criterio de *flexibilidad* en la asignación de las disponibilidades de agua. «Se requiere flexibilidad tanto a corto como a largo plazo... (a corto plazo) las condiciones de precipitación y temperatura varían con frecuencia en comparación con los valores esperados, ofreciendo así posibilidades de intercambio beneficioso de agua entre los usuarios agrícolas y entre éstos y los municipios. A largo plazo cambian la situación demográfica y las estructuras económicas, aumentando así el valor marginal relativo del agua en algunos usos y disminuyendo en otros. Debe advertirse, asimismo –matizan estos autores– que para que exista flexibilidad en sentido operativo, no es necesario que toda el agua sea reasignada; basta con que dentro de cada gran zona de consumo exista un margen comercializable que sea objeto de reasignación a bajo coste. Los caudales de agua que deben reasignarse a lo largo del tiempo no suelen ser grandes, por lo que la fracción comercializable puede representar una pequeña parte de las disponibilidades totales hidráulicas regionales». No obstante, aunque sólo se acabe reasignando una pequeña parte del agua utilizada, la *flexibilidad* ejerce una influencia beneficiosa sobre la gestión del agua en su conjunto, al revalorizarla como recurso e introducir así la dimensión económica en el razonamiento de los principales utilizadores, agrupaciones y entidades que intervienen en el sector, forzándolos a reflexionar en términos de costes de oportunidad y de ratios de eficiencia y productividad en el uso del agua.

Facilitar la reasignación de agua, tanto entre los grupos de usuarios mencionados como dentro de esos grupos, requiere, por una parte, el reconocimiento inequívoco de las personas o entidades que son titulares de los derechos a usar o vender el agua y, por otra, el establecimiento de la normativa a la que han de atenerse los nuevos mercados de agua. Del trata-

miento que se dé a ambos temas dependerá el carácter más o menos equitativo de la situación resultante. Ya que, cuando las dotaciones iniciales de agua de los territorios y el poder adquisitivo de los usuarios son muy desiguales, «no hay "mano invisible" alguna que guíe el sistema de competencia hacia situaciones equitativas» (Chan, 1989). Hacer que el Estado establezca un marco institucional propicio a ciertas soluciones y no a otras, en función de los intereses de las poblaciones y grupos afectados, es sin duda una cuestión política, de la que dependerá el logro de uno u otro tipo de eficiencia económica, con distintas consecuencias sociales y territoriales.

En cualquier caso, el nuevo entramado institucional debería servir mejor que el actual, entre otras cosas, para: a) definir y consensuar, sobre informaciones solventes, la cantidad y calidad de agua a destinar a los distintos usos y territorios; b) adoptar métodos transparentes y mayoritariamente aceptados para evaluar las opciones de ahorro y abastecimiento de agua; y c) acordar, con el mayor consenso posible, el modo de financiar los distintos medios de ahorro, abastecimiento, depuración y distribución de agua, estableciendo para ello la transparecia financiera de las cuentas del agua.

En suma, que el «problema del agua» en nuestro país no admite soluciones meramente técnicas, sino que exige, por una parte, asociaciones de usuarios que se ocupen activa y responsablemente de la gestión del agua y, por otra, un marco de información solvente y generalmente admitido sobre el que se pueda apoyar la negociación y la toma de decisiones en un marco propicio. Las carencias observadas en estos requisitos nos están llevando por la pendiente del enfrentamiento y la crispación social, haciendo que el «problema del agua» sea un calvario cada vez más problemático para los políticos con competencias en el tema: sin mercados de agua ni foros de negociación adecuados, sin asociaciones de usuarios responsables de la gestión con las que se pueda convenir las bases del necesario reajuste entre exigencias y disponibilidades y sin un marco de información (físico y monetario) generalmente admitido para ello, el «problema del agua» está llamado a transformarse en «guerras del agua». Sobre todo cuando el continuado empeño de resolver situaciones de carencia con soluciones meramente técnicas, contribuyó a expandir la escasez económica socialmente generada por prácticas de gestión y usos del agua muy dispendiosos, sin que las administraciones reponsables de la gestión del agua y el territorio trataran de ponerles coto, dando por buenos estilos de vida y de gestión cada vez más insostenibles, tal vez para justificar la necesidad de nuevas inversiones en sus áreas de competencia. Se agudizaron así los conflictos actuales, al transmutar la cultura tradicional que ayudaba a la población a convivir con la irregularidad y la escasez propias de las zonas áridas, en espectativas de abundancia sin límite y, por ende, sin preocupación alguna por el coste de los proyectos ni la eficiencia en el uso del recurso. El princi-

pal problema actual consiste en deshacer buena parte del camino andado, recreando una cultura que gestione de nuevo el agua en régimen de irregularidad y de escasez, apoyada ésta no tanto en limitaciones físicas, como en costes económicos, incluyendo las dimensiones sociales y ecológicas.

A la luz de lo anterior, parece claro que sería deseable replantear la planificación hidrológica sobre las bases más amplias y flexibles antes esbozadas, a fin de evitar que por cada puñado de hectómetros a asignar en el territorio se desaten «guerras» o enfrentamientos del agua entre regiones, a la vez que en cada acuífero sobreexplotado o zona desabastecida se declare también la guerra de pozos y el enfrentamiento entre los usuarios locales, con el consiguiente coste político y económico. Ejemplos hay por el mundo de planes exitosos de reconversión y gestión integrada del agua dirigidos a solventar situaciones de emergencia fruto de comportamientos que se fueron mostrando cada vez más insostenibles. Pero estos planes han de apoyarse en una conciencia generalizada de las condiciones de irregularidad y escasez de agua (y de los costes requeridos para paliarlas) y en unas organizaciones de usuarios que la gestionen en consecuencia. El problema reside en que ambos requisitos brillan por su ausencia en la España árida, tal vez por considerarlos innecesarios al pensar que siempre podría paliarse la escasez a golpe de «tecnología». La fe ciega en el Progreso dio al traste con la antigua cultura de la escasez y la autosuficiencia sostenible que todavía testimonian los restos de aljibes y norias. A la vez que, las «avanzadas» instalaciones de captación, bombeo, riego, canalización..., que se extienden por todo el territorio, han rebajado la gestión a los niveles «bárbaros» o «cavernícolas» de las actuales «guerras del agua» (intra e ínter cuencas), mostrando cómo el cambio tecnológico puede causar daños a la sociedad si ésta carece de un marco institucional adecuado para controlarlo. La solución del «problema del agua» en nuestro país pasa, así, por enderezar el grave desequilibrio que hoy se observa entre medios técnicos y gestión económica. Inclinemos, pues, la balanza en favor de esta última y aportemos la información estadística y el marco institucional necesarios para ello.

5. Hacer las cuentas: un primer paso para orientar la gestión

El proyecto *Las cuentas del agua en España* (promovido por la Dirección General de la Calidad de las Aguas del MOPTMA y realizado por un equipo dirigido por José María Gascó y José Manuel Naredo) supuso un primer esfuerzo para situar la información relativa al recurso agua en formatos útiles para orientar la gestión, con independencia de la forma que ésta adopte. Para ello se ha acometido la tarea primordial de sistematizar la información física y monetaria relativa a este recurso en un marco lo más

completo y coherente posible. El sistema de *Cuentas del agua* comprende tres subsistemas de información relacionados entre sí, las *Cuentas del agua en cantidad*, las *Cuentas del agua en calidad* y las *Cuentas monetarias del agua*. El primero de ellos adopta la metodología piloto propuesta por la OCDE, con algunos retoques para adaptarla a la problemática española, los otros responden a metodologías específicamente diseñadas para el proyecto. Una versión resumen de este trabajo fue presentada bajo el título *Spanish water accounts (summary report)*, a la OCDE en el Seminario sobre *Environmental accounting for decision-making* que tuvo lugar en París el 27-28 de septiembre de 1994.

El esfuerzo de cumplimentar el sistema no sólo permitió alcanzar una mejor y más completa comprensión de la realidad, sino también detectar las lagunas e incoherencias de la información estadística disponible y advertir los aspectos prioritarios a mejorar. Más que detenernos en airear los defectos y carencias de la información disponible, estimamos más constructivo sugerir las siguientes prioridades de mejora de la información básica:

1. Cuidar la calidad y ampliar la cobertura del las tres estadísticas hoy disponibles sobre aguas superficiales: las de precipitaciones, aforos (en cantidad y calidad) y batimetría de embalses. La puesta en marcha de la nueva red automática de toma de datos de calidad, debería urgir la mejora de la antigua red de aforos (de calidad y cantidad) para aprovechar su sinergia sacando buen partido de ambas.
2. Mejorar y ampliar la toma de datos de niveles y de calidades de las aguas subterráneas (actualmente mucho más precaria que la de las superficiales) para originar series de datos homogéneos.
3. Obtener por cuencas, estaciones, tipos de suelo, de vegetación, de cultivo, sistemas y calendarios de riego y de cultivo, etc., mediciones efectivas de la Evapotranspiración Real y Potencial, la Reserva del Suelo, la Infiltración..., a fin de calibrar debidamente los coeficientes de Escorrentía y otros aplicados para la estimación de datos y la puesta en marcha de los modelos.
4. Romper el oscurantismo actual relativo a las demandas, con tomas periódicas de información y elaboración de series homogéneas de datos del gasto de agua (físico y monetario, debidamente desglosado) por tipos de usuarios y zonas, con especial referencia a los regadíos.
5. Conseguir que las Administraciones públicas apliquen normas de clasificación por funciones de sus presupuestos que faciliten la identificación de aquellas partidas relacionadas con el agua (en las *Cuentas del Agua* se ha realizado una clasificación funcional de los gastos relacionados con el agua de la Administración Central, las Confederaciones Hidrográficas, las Comunidades Autónomas y las Corporaciones Locales, pero se tuvo que recurrir a algunas imputaciones para conseguirlo).

6. Hacer un registro estadístico completo, actualizado y transparente de las concesiones, esencial para facilitar las transferencias entre usuarios.

7. Consolidar una estadística completa de la actividad física y monetaria de las empresas y entidades productoras y distribuidoras de agua y de servicios relacionados (depuración; desalación...), que aparecía parcialmente recogida (y solapada) en la antigua Encuesta Industrial del INE y en la Estadística del IVA.

8. Superar la escasa información existente sobre el sector de producción de Aguas Minerales Naturales, dado su importante volumen de facturación actual y su tendencia al crecimiento, estableciendo una estadística períodica solvente.

Como observación final subrayemos que la información es condición necesaria para la buena gestión económica, sea ésta del signo que sea. Que la mejora de la información debe considerarse como un proceso estrechamente vinculado a la voluntad de mejorar de la gestión. Y que la confusión de medidas con pseudomedidas o de datos estadísticos con imputaciones subjetivas que hasta ahora se ha venido produciendo, no puede menos que dañar ese proceso en detrimento del conjunto. Evitemos pues en lo sucesivo esta confusión, así como la corrupción técnica que supone la utilización acrítica de datos sin certificado de nacimiento estadístico válido, como base común de proyecciones y modelos.

Bibliografía

AGUILERA KLINK, F. (1992), *Economía del agua,* Madrid: Servicio de Publicaciones del MAPA.

AGUILERA KLINK, F. (1993), «El problema de la planificación hidrológica: una perspectiva diferente», *Revista de Economía Aplicada,* 1, 2, pp. 209-216.

BORRELL, J. (1995), «El agua: problemas y oportunidades», *Temas para Debate,* n.º 8.

CHAN, A. H. (1989), «Mercado o no mercado: la asignación interregional del agua» (reproducido por Aguilera en el volumen antes citado).

HOWE, C. W., y SCHURMEIER, D. R., «Enfoques innovadores en la asignación del agua: el potencial de los mercados del agua» (reproducido por Aguilera en el volumen antes citado).

MEZO, J. (1995), *Política del agua en España en los años ochenta y noventa: la discusión del Plan Hidrológico Nacional,* Madrid: ASP Research Paper 9(a).

NAREDO, J. M., y LÓPEZ-GÁLVEZ, J. (1994), «Información técnica y gestión económica del uso del agua en regadíos españoles», *Revista de Estudios Agrosociales,* 42, 167, pp. 185-208.

LA ESCASEZ DEL AGUA Y EL MODO DE ABORDARLA: NUEVOS ABASTECIMIENTOS VERSUS «WATER CONSERVATION»

Bernardo López-Camacho
Canal de Isabel II

Resumen

El crecimiento de las grandes aglomeraciones urbano-industriales en gran número de países del mundo, y las crecientes necesidades de producción de alimentos por medio del riego, plantean demandas cada vez mayores de agua frente a unos recursos escasos, distantes y comprometidos. La escasez sufrida en la última década en nuestro país junto a las amenazas derivadas del cambio climático presentan unos escenarios de incertidumbre sobre la disponibilidad futura de recursos. El apoyo de la opinión pública hacia la construcción de grandes infraestructuras hidráulicas que requieren cuantiosos fondos públicos se va dividiendo. Crece, por el contrario, la oposición de los que abogan por un uso sostenible de los recursos que evite las amenazas de degradación ambiental, declive económico y desintegración social. Como soluciones alternativas o complementarias a las nuevas necesidades de suministro comienzan a emerger nuevos conceptos y propuestas que se engloban en la genérica de «conservación del agua»: técnicas de reducción de la demanda, ahorro, reciclaje y reuso; cultivos y jardinería menos exigentes de agua; uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas; planificación integrada del agua y los usos del suelo; mayor participación de los usuarios; cambio de orientación de una planificación basada en la satisfacción de necesidades predeterminadas a una planificación económica que considere el agua como un bien sujeto a las reglas del mercado; consideraciones ambientales, estratégicas y económicas a largo plazo, etc. Se pasa revista y se exponen algunos datos sobre los elementos del debate.

1. Introducción. El debate actual sobre la construcción de grandes infraestructuras hidráulicas

La intervención del director del United States Bureau of Reclamation (USBR) en el XVIII Congreso Internacional de Grandes Presas, celebrado en Durban (África del Sur) en noviembre de 1994, causó honda sorpresa y preocupación entre los asistentes de diversos países, entre ellos España (Beard, 1994). El USBR, creado en 1902, ha sido la agencia encargada de la construcción de las grandes infraestructuras hidráulicas en los 17 estados del Oeste de los EE.UU. Gestiona directamente el 45% de los recursos hidráulicos superficiales de dichos estados y es la sexta mayor empresa generadora de energía eléctrica del país. Sin duda es el organismo más prestigioso del mundo en tecnología de grandes presas.

En el citado Congreso, el director del USBR expuso que, en su opinión, la era de la construcción de grandes presas había finalizado *(«...the dam building era in the Unites States is now over.»)*. Llegaba a esta conclusión basándose, entre otros, en los siguientes argumentos: a) Realidades económicas. Los beneficiarios de los grandes proyectos hidráulicos sólo reembolsan una pequeña fracción de su coste total, existiendo grandes subsidios de los contribuyentes a los usuarios, especialmente regadíos, que no se justifican por la aportación de éstos a la economía nacional, máxime teniendo en cuenta la creciente escasez de fondos estatales. b) Realidades sociales. Crece la oposición de la opinión pública al desarrollo de proyectos que sólo sirven a los intereses de reducidos grupos de agricultores, valorándose más cada día los valores naturales y culturales de los ríos. c) Realidades de la gestión. Aparecen nuevos problemas de la gestión de embalses que exigen mayor atención: salinización de suelos, destrucción de la fauna piscícola, eliminación de hábitats acuáticos, contaminación agrícola, aterramiento de embalses, seguridad de presas. d) Costes medioambientales. Carencia de atención en el pasado a los factores biológicos, ecológicos y culturales afectados por los grandes proyectos, necesitándose una mayor atención a los costes económicos y ambientales en la perspectiva del largo plazo.

El director del USBR concluía que en las dos últimas décadas habían comprendido que existen nuevas alternativas para resolver los problemas de recursos hidráulicos y de la energía que no implicaban la construcción de grandes infraestructuras, como las técnicas de la gestión de la demanda y de la conservación del agua; las consideraciones económicas en la asignación del recurso; la gestión integrada del agua y el medio ambiente; una mayor transparencia y participación social en la toma de decisiones, etc.

No es momento ni lugar para opinar sobre las nuevas orientaciones del USBR (sujetas, por otra parte, a los cambios políticos en aquel país), ni en la aplicabilidad de dichas ideas a otros países, cuyos grados de desarrollo

de los aprovechamientos, necesidades, clima, legislación y costumbres son diferentes de los EE.UU. Conviene, ante todo, indicar que dicha postura ha sido duramente criticada (p. ej. Mendaña, 1995) y que el director del USBR fue cesado meses después, al parecer por presiones de lobby agrícola. Pero estimamos, no obstante, que traer a esta introducción el debate que está emergiendo en ese y otros países, permite situarnos rápidamente en un tema de inevitable actualidad, que aparece sistemáticamente en los Congresos o reuniones sobre el agua que se celebran últimamente. Así, por ejemplo, el Congreso de la Asociación Internacional de Abastecedores de Agua (IWSA) celebrado recientemente en Sudáfrica (septiembre 1995) dedicó una de sus ponencias a: *«Cómo reducir conflictos en la gestión del agua; ¿empleo de nuevos recursos o cambio de los hábitos existentes?»*. (Wubbena, 1995).

El presente trabajo no trata, en absoluto, de ofrecer una panorámica general y coherente de los aspectos de dicho debate que, por otra parte, se encuentra tan sólo en sus inicios. Nos limitaremos, tan sólo, a ofrecer algunos datos de determinados elementos que aparecen en el mismo. Y conviene adelantar que el debate no se plantea, en forma alguna, como dilema; se trata, por el contrario, de considerar junto a las nuevas infraestructuras necesarias, los aspectos de gestión y de conservación del agua.

2. Los problemas de la oferta de recursos

2.1. La escasez de agua

En la ponencia de la IWSA a la que acabamos de referirnos (Wubbena, 1995) se reseñaba que los 13 países que habían presentado comunicaciones sobre conflictos en el uso del agua, todos ellos se referían a escaseces o sequías, al menos de ámbito regional.

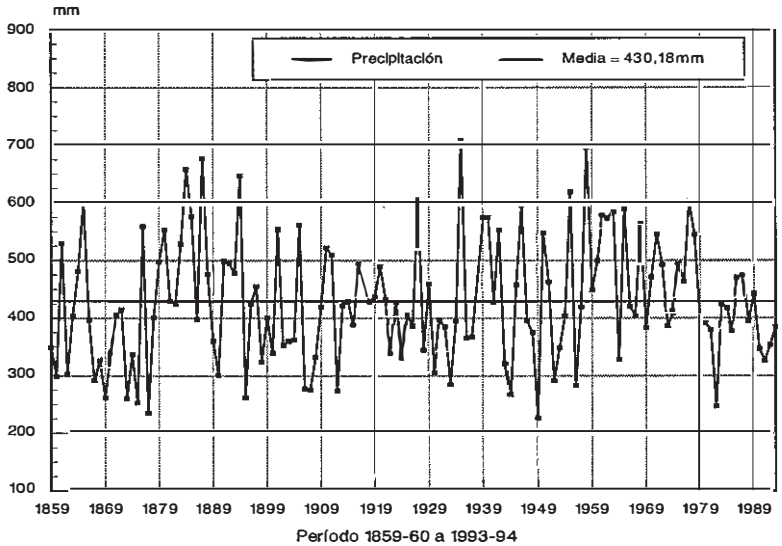
En España, las sequías y los conflictos en el uso del agua vienen constituyendo casi secciones fijas en los medios de comunicación en los últimos años. No sólo los regadíos, cuyos usos constituyen el 80% del total, han tenido problemas en los últimos tiempos (en la cuenca del Guadalquivir se ha regado con normalidad en sólo tres de los últimos diez años); también los abastecimientos de cerca de 10 millones de habitantes han sufrido amenazas y molestas restricciones o reducciones en el último año.

Si bien diversos autores distinguen entre escaseces físicas y sociales, nos referimos ahora a las primeras. Una imagen de la escasez de recursos hídricos en nuestro país nos la ofrece el análisis de las series pluviométricas. La estación de Madrid-Retiro es la que cuenta con un registro de mayor duración, desde enero de 1859. En la figura 2.1 se recogen los datos de 129 años hidrológicos completos, hasta 1994. La precipitación media anual es

de unos 430 mm, quedando los valores anuales extremos observados entre algo menos del doble y algo más de la mitad de la cifra anterior. En ese sentido podemos reflexionar que existe una apreciable regulación de la hidrosfera en cuanto al ciclo del agua; otra cosa son los efectos que producen variaciones relativas no demasiado grandes, al menos en su ciclo anual; o dicho de otro modo: la fragilidad del medio natural ante fluctuaciones relativas no muy fuertes de las precipitaciones. Lo cual nos lleva a pensar acerca de las desagradables consecuencias que pueden tener pequeñas modificaciones sobre el regimen de precipitaciones habido en el último par de siglos.

Figura 2.1

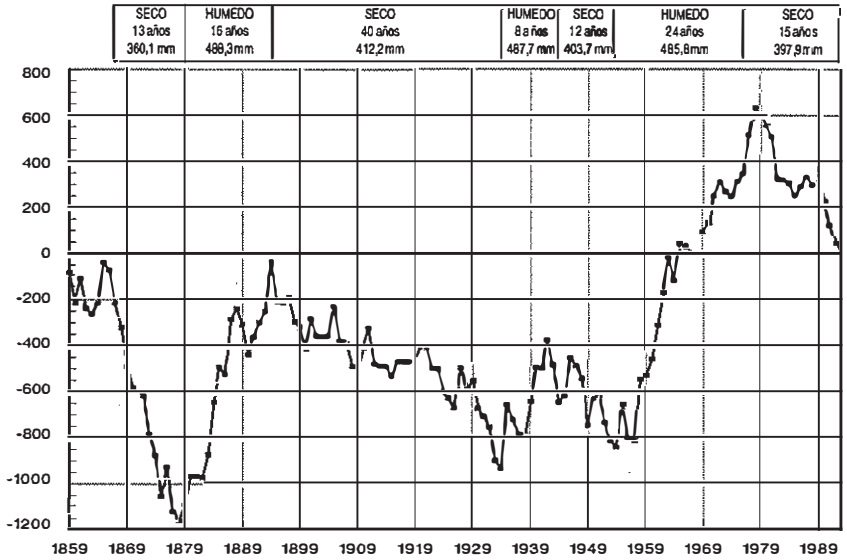
PRECIPITACIÓN EN LA ESTACIÓN DE RETIRO (MADRID)
Histograma de precipitaciones



Llama la atención en la figura 2.1 el período que comienza en 1979: las precipitaciones tienden a homogeneizarse, situándose por debajo de la media. En la figura 2.2 se han representado las desviaciones de los valores de la precipitación respecto a la media, acumulándose en cada año las diferencias hasta dicho año. Se pueden así distinguir las secuencias secas (caracterizadas por una pendiente media decreciente) de las húmedas (pendientes crecientes). La secuencia que comienza en 1979 no es –hasta ahora– la de mayor duración ni tampoco la de mayor severidad. El valor medio de las precipitaciones en los últimos 15 años (1979-1993) es sólo un 7% inferior a la media; sin embargo, la alarma producida en el abaste-

Figura 2.2

PRECIPITACIÓN EN LA ESTACIÓN DE RETIRO (MADRID)
Desviaciones acumuladas respecto a la media de la serie



cimiento de Madrid, aún contando con una gran infraestructura de regulación, ha tenido amplia repercusión social.

Caso análogo sucede en Granada, como se recoge en las figuras 2.3 y 2.4. Se dispone de registros pluviométricos desde 1902, que arrojan un valor medio anual de 458 mm. A partir de la misma fecha (1979) comienza una secuencia seca que, en este caso, sí es la mayor de las registradas, con valores inferiores al 26% de la media. Este déficit de precipitaciones ha conducido durante 1995 a la práctica desaparición de los volúmenes almacenados en los embalses y a un plan urgente de abastecimiento a partir de perforaciones en el acuífero de la Vega, además de las consiguientes restricciones.

Se da la circunstancia de que precisamente en dicho año 1979, hizo su aparición la primera de una serie de disposiciones legales sobre el tema genérico de *«actuaciones urgentes motivadas por la persistente sequía»,* que no han tenido interrupción hasta la fecha (finales de 1995). Por otra parte, conviene señalar que la planificación hidrológica se basa principalmente en los datos pluviométricos y de aforos en los ríos del período 1940-1985 (45 años) que, en su conjunto, parece corresponder a un período húmedo, por lo que podrían estar sobrevalorándose las precipitaciones medias. Si además, se tiene en cuenta la no linealidad de la relación precipitación/escorrentía, el sesgo de las aportaciones podría ser aún más desfavorable.

Figura 2.3

PRECIPITACIÓN EN GRANADA
Histograma de precipitaciones

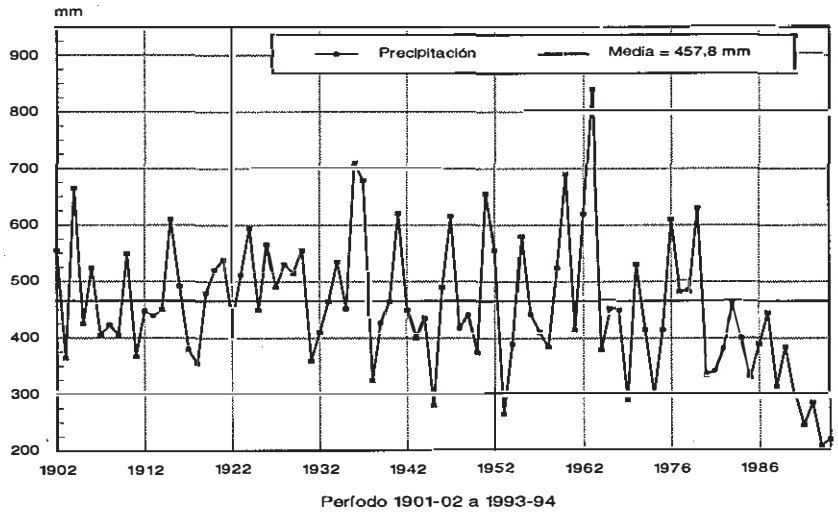
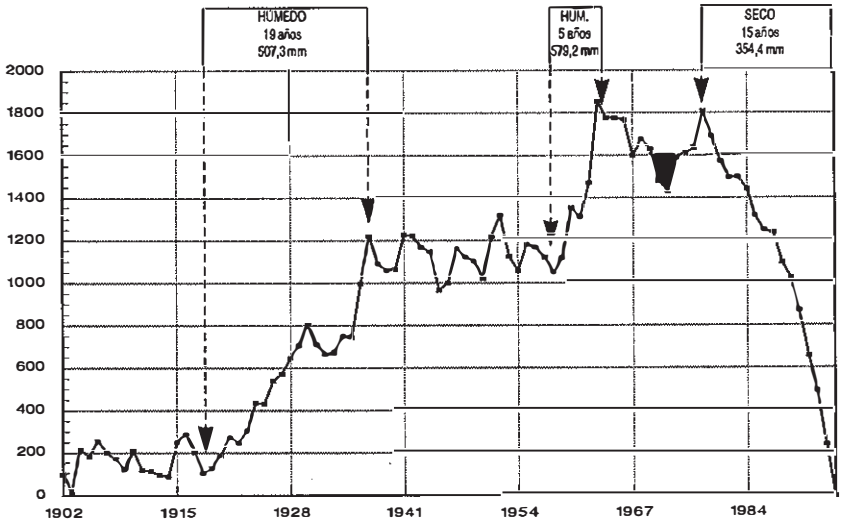


Figura 2.4

PRECIPITACIÓN EN GRANADA
Desviaciones acumuladas respecto a la media de la serie



2.2. *El conocimiento de los recursos*

Lo apuntado en el último párrafo lleva –en una concatenación lógica de reflexiones– a plantearnos el grado de certidumbre en el conocimiento de los recursos hidráulicos del país, aún en valores medios, sobre todo teniendo en cuenta la impresión generalizada de que en los últimos años las precipitaciones y, sobre todo, las aportaciones, vienen experimentando variaciones a menos. El tema tiene por sí la suficiente importancia para dedicar al mismo un estudio detallado y profundo a la vista de la etapa en que se encuentra la planificación hidrológica, que fijará las líneas de actuación para las próximas décadas en relación con los recursos hídricos, su aprovechamiento y la conservación del medio natural concernido.

Se ha efectuado una primera aproximación al problema dentro del trabajo *«Las Cuentas del Agua»* (Naredo y Gascó, 1995), del que haremos un estracto. Se plantean dos tipos de cuestiones: las variaciones de las precipitaciones y las variaciones de las aportaciones en los últimos años. En el cuadro 2.1 se resumen los resultados alcanzados con los datos disponibles.

Cuadro 2.1

PRECIPITACIONES Y APORTACIONES EN DIVERSAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS

	Tajo	*Duero*	*Guadalquivir*	*Ebro*
Estación de aforos n.º	4	12	72	121
Superficie (km²)	71.700	51.900	47.000	82.500
Período	1977-88	1977-88	1961-89	1961-84
N.º de años	12	12	28	24
Precipitaciones (mm/año)				
1.ª mitad	453	572	656	675
2.ª mitad	415	527	556	637
Diferencia (%)	–8,5	–8,0	–15,1	–5,6
Aportaciones (hm³/año)				
1.ª mitad	9.984	8.166	5.029	17.573
2.ª mitad	8.007	5.228	2.506	13.855
Diferencia (%)	–19,8	–36,0	–50,1	–21,2

Fuente: Dirección General de Obras Hidráulicas y Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (MOPTMA).

Se han considerado cuatro cuencas hidrográficas (Duero, Tajo, Guadalquivir y Ebro) que comprenden la mitad del territorio del país. Se han utilizado las estaciones de aforo situadas cerca de la frontera portuguesa o de la desembocadura. El período considerado se indica en el cuadro, quedando fuera del mismo los últimos años, que podrían poner más claramente de manifiesto el efecto buscado. La serie de datos pluviométricos y foronómicos se han dividido en dos mitades, hallando las diferencias entre ellas. En las cuencas del Duero y Tajo, diferencias de precipitaciones del 8% dan lugar a diferencias de aportaciones del 20% (Duero) y del 36% (Tajo); en este último caso hay que tener en cuenta que se ha producido una mayor presión sobre el uso de los recursos (Trasvase Tajo-Segura y abastecimientos), pero ello no explicaría las diferencias observadas (de 8.200 a 5.200 hm^3/año entre las dos mitades de la serie). En el Guadalquivir, la disminución de las precipitaciones ha sido del 15% y la de las aportaciones del 50%, y en el Ebro del 5,6% en precipitaciones y del 21% en aportaciones.

Aun teniendo en cuenta la no-linealidad entre precipitaciones y aportaciones y el crecimiento de los usos consuntivos a lo largo del período analizado, las cifras obtenidas son preocupantes. Si se toman como referencia las de la Memoria del Plan Hidrológico Nacional de abril de 1993 en cuanto a recursos naturales, las cuatro cuencas consideradas corresponden al 47% de los 114.000 hm^3/año del total nacional. Pues bien, sumando a los datos de aforo de la segunda mitad del período los consumos de agua correspondientes a 1992 (nos quedamos del lado de la seguridad) las aportaciones de las cuatro cuencas serían inferiores en más del 25% a las que les corresponderían. A la vista de ello, pueden plantearse nuevas líneas de investigación de cara a tener una proyección de los recursos más fiable; nos referimos, por ejemplo, a las modificaciones de uso del suelo, sobre todo en los secanos, que por medio del incremento de la capacidad de campo (mediante modernas técnicas de arado más profundo, acondicionamiento topográfico del terreno, uso de fertilizantes con mayor capacidad de absorción de agua, retención en balsas, pequeños pozos de auxilio y aprovechamiento de manantiales), repoblaciones forestales o aumento de la vegetación natural de los montes, que podrían absorber parte del agua de escorrentía que antes iba a los grandes embalses de regulación.

2.3. El cambio climático

En el borrador n.º 5 (marzo de 1995) del Programa Nacional sobre el clima se afirma (apartado 2.5.3. p. 57):

«Como resultado provisional, y hasta que la modelización climática no produzca escenarios climáticos fiables a escala regional, se puede afirmar que,

a partir del estado actual de la modelización, la evolución más probable del clima peninsular se puede producir en el siguiente sentido:

- *aumento general de las temperaturas, ligeramente mayor en verano, que supondrá, para el año 2050, algo menos de 2°C en la media anual;*
- *descensos generalizados de la precipitación y la humedad del suelo, porcentualmente más acusados en verano, que supondrían un 10% menos en la precipitación media anual y casi un 30% en la humedad del suelo;*
- *mayor variabilidad interanual y anual de la precipitación, lo que concentra la precipitación en un menor número de días, aumenta el riego de períodos secos, el carácter torrencial de las precipitaciones y la erosión del suelo».*

Según informe del IPCC, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, un incremento de temperatura de 1 a 2°C unido a una reducción del 10% en las precipitaciones podría producir en zonas semiáridas una reducción del 40 al 70% de la escorrentía anual (Informe sobre Evaluación de Impactos, OMM-PNUMA, Tomo II, p. 19). Asimismo el aumento de temperatura podría acarrear una mayor velocidad de fusión de las nieves con lo que aumentaría la escorrentía estacional en invierno y disminuirían los flujos de deshielo en primavera y verano.

Entre los posibles impactos del cambio climático se señalan:

- Variación en la frecuencia e intensidad de las sequías, con repercusiones sobre la compatibilidad de usos y la asignación de recursos.
- Amenaza de desertización de zonas especialmente frágiles.
- Agudización de estiajes, incrementando la salinidad de aguas y suelos, dificultando la dilución de efluentes e incrementando la eutrofización de embalses.
- Tendencia al aumento de las demandas de agua, sobre todo en agricultura, debido al incremento del déficit hídrico del suelo.
- Afección a los ecosistemas hídricos, tanto en la cantidad como en la calidad del agua, por disminución del oxigeno disuelto y aumento de la salinidad.
- Degradación o desaparición de la cubierta vegetal protectora, incremento de la erosión y disminución de los rendimientos de los cultivos.
- Disminución de la recarga de acuíferos, con la consiguiente reducción y eventual desaparición de las salidas naturales, reducción de las posibilidades de aprovechamiento y aumento del riesgo de sobreeexplotación, empeoramiento generalizado de la calidad del agua, agravamiento de la situación de los acuíferos costeros.
- Repercusión sobre el régimen de avenidas, con riesgo de acrecentar los efectos de las inundaciones.
- Disminución del potencial hidroeléctrico, con el consiguiente aumento de la producción de energía en centrales térmicas lo que, a su vez, contribuiría a incrementar el impacto ambiental.

Estas amenazas que se ciernen sobre los recursos hídricos se conjugan con las incertidumbres expuestas en el apartado anterior. Las conclusiones podemos ofrecerlas reproduciendo el Informe de la Conferencia Internacional de la OMM (recogido en el Informe Bruntland, 1987, p. 214):

«Después de compulsar las pruebas más recientes sobre el denominado efecto invernadero en la reunión celebrada en octubre de 1985 en Villach, Austria, bajo los auspicios de la OMM, el PNUMA y el CIUC, científicos de 29 países, tanto industrializados como en desarrollo, llegaron a la conclusión de que el cambio climático debe considerarse como una «probabilidad muy seria». Llegaron asimismo a la conclusión de que «en la actualidad se están tomando muchas e importantes decisiones de índole económica y social sobre... actividades de aprovechamiento de recursos hidráulicos en gran escala, por ejemplo, para irrigación y energía hidroeléctrica, socorro en casos de sequía, explotación de terrenos agrícolas, planes estructurales y proyectos de ingeniería en zonas litorales y planificación de la energía, decisiones todas ellas basadas en el supuesto de que los datos actuales sobre el clima podrían, sin modificación alguna, servir de orientación segura para el futuro, supuesto que evidentemente ha dejado de ser válido».

3. Los usos del agua y la proyección de la demanda

3.1. Situación hidráulica actual

En el cuadro 3.1 se recogen las principales cifras de las necesidades de agua, referidas a 1992, y de los recursos en un año hidráulico medio. Todas las cifras proceden de la Memoria del Plan Hidrológico Nacional (MOPT, 1993).

Ha de hacerse notar que, en lo referente a aprovechamientos hidroeléctricos, la cifra de 16.000 hm^3/año corresponde a la regulación en embalses destinados exclusivamente a dicho uso; el volumen medio turbinado, tanto en dichos embalses como en los que atienden además otros usos, es sustancialmente mayor.

Por otra parte, el mayor uso del agua en nuestro país los constituyen los regadíos, que utilizan el 80% de los recursos destinados a usos consuntivos (en los que se incluyen, además, los abastecimientos y los usos industriales excluida la refrigeración de centrales térmicas).

Una imagen de la situación hidráulica del país en la última década, sus recursos y las infraestructuras de aprovechamiento, puede deducirse de la observación de la figura 3.1 (Rodríguez Fontal, 1995). Se refiere al conjunto de las cinco cuencas hidrográficas del sur de la península: Guadiana, Guadalquivir, Sur, Segura y Júcar. La superficie comprendida es el 40% de la nacional y los recursos naturales medios vienen a representar el 19% del

Cuadro 3.1

SITUACIÓN HIDRÁULICA ACTUAL
(1992)

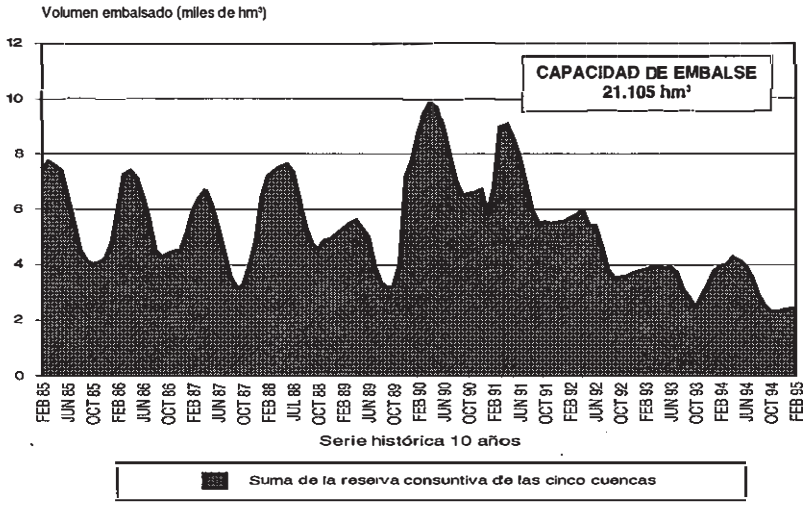
NECESIDADES AGUA (hm³/año)	
(Sin incluir usos hidroeléctricos)	
Abastecimiento	4.300
Industria	1.950
Regadíos	24.250
TOTAL USOS CONSUNTIVOS	**30.500**
Refrigeración	4.000
Ambientes específicos, acuicultura y otros	2.600
TOTAL GENERAL	37.100
RECURSOS (hm³/año)	
(Se incluyen 16.000 hm³/año regulados en embalses hidroeléctricos)	
NATURALES NO APROVECHADOS	**68.050**
Reg. en embalses hidroeléctricos	16.000
Reg. en embalses usos consuntivos	25.900
Extracción de acuíferos*	5.400
TOTAL RECURSOS REGULADOS	**46.250**
Reutilización directa y desalación	115
Retornos	8.000
TOTAL RECURSOS DISPONIBLES	55.415
TOTAL RECURSOS NATURALES NATURALES	114.300

* (1.050 procedentes de sobreexplotación).
Fuente: Memoria del Plan Hidrológico Nacional (MOPT, 1993).

país (unos 21.500 hm³/año frente al total de 114.000). Sin embargo, la capacidad de los embalses construidos en esas cuencas es muy alta, unos 21.100 hm³, lo que representa el 63% del total de los destinados a uso consuntivo (abastos y riegos). Se recuerda que, de la capacidad total de embalse, (51.000 hm³), un tercio corresponde a embalses de uso exclusivamente hidroeléctrico y el resto (33.600 hm³) a embalses destinados a usos consuntivos.

Figura 3.1

EVOLUCIÓN DE LA RESERVA CONSUNTIVA
Suma de las Cuencas del Guadiana, Guadalquivir, Sur, Segura y Júcar



Según se observa en la figura 3.1, durante los últimos diez años, el volumen embalsado no ha sobrepasado los 10.000 hm³ (48% de la capacidad). Ello conduce a una serie de reflexiones sobre el posible sobredimensionamiento de las obras llamadas de «regulación hiperanual». Dejando aparte la necesidad de incrementar las infraestructuras de aprovechamiento en determinadas zonas o cuencas que tengan necesidades claras, recursos aprovechables y no causen impactos inadmisibles al medio natural, se plantea ineludiblemente la cuestión de la prioridad de las nuevas inversiones. Aspectos como la mejora de la explotación y manejo del agua, con las inversiones necesarias para el ahorro y la modernización de sistemas de aprovechamiento; la interconexión de sistemas hidráulicos (comenzando por los más próximos); la reasignación de recursos; la tarificación por volúmenes; etc, deberían, a la vista de lo expuesto, tener una mayor atención.

3.2. Conocimiento de las demandas y de los usos

Se viene afirmando repetidamente en los medios de comunicación que España es el tercer país del mundo más consumidor de agua medido en m³ por habitante. En cuadro 3.2 se recogen algunos datos procedentes del World Resources Institute (1992), referidos a 17 países de cierto tamaño. El con-

sumo de agua de nuestro país, con ser elevado, no ocupa tan preeminente posición. Sí destaca, por el contrario, la proporción entre usos y recursos, que constituye una llamada de atención desde los puntos de vista de presión sobre el recurso y de conservación ambiental, sobre todo en determinadas zonas.

Cuadro 3.2

USOS DEL AGUA

País	*Uso per cápita (m^3/año)*	*Abastec. (%)*	*Indust. (%)*	*Regadío (%)*	*Usos/ Recur. (%)*
Egipto	1.202	7	5	88	97
Canadá	1.752	11	80	8	1
México	901	6	8	86	15
EE.UU.	2.162	12	46	42	19
Argentina	1.059	9	18	73	3
Irán	1.362	4	9	87	39
Irak	4.575	3	5	92	43
Israel	447	16	5	79	88
Japón	923	17	33	50	20
Pakistán	2.053	1	1	98	33
Francia	728	16	69	15	22
Alemania (Fed.)	545	14	68	18	27
Italia	983	14	27	59	30
Holanda	1.023	5	61	34	16
Gran Bretaña	507	20	77	3	24
Australia	1.306	65	2	33	5
España	1.174	12	26	62	41

Fuente: World Resources Institute, 1992.

En el cuadro 3.3 se recogen los datos de los 20 países del mundo con mayor superficie de regadío (Postel, 1992), referidos a 1989. España ocupa la posición 11, aunque alejado de los cinco primeros (China, India, ex URSS, USA y Pakistán) que incluyen dentro de su territorio al 63% del total de la superficie mundial irrigada. Llama, en cambio, la atención que Italia y Japón, con superficies de riego próxima a la española, dedican al regadío mayor porcentaje de superficie cultivada que en nuestro país. Por último, según la misma fuente (Postel, 1992), España es el segundo país del mundo (detrás de EE.UU.) en superficie bajo microirrigación, con 160.000 ha en 1989. En la actualidad, dicha cifra estará próxima a doblarse.

Cuadro 3.3

ÁREA REGADA EN LOS PRIMEROS 20 PAÍSES DEL MUNDO, 1989

País	*Área regada (miles de hectáreas)*	*Porción de tierra cultivable regada (%)*
China	45.349	47
India	45.039	25
Unión Soviética	21.064	9
Estados Unidos	20.162	11
Pakistán	16.220	78
Indonesia	7.550	36
Irán	5.750	39
México	5.150	21
Tailandia	4.230	19
Rumania	3.450	33
España	3.360	17
Italia	3.100	26
Japón	2.868	62
Bangladesh	2.738	29
Brasil	2.700	3
Afghanistán	2.660	33
Egipto	2.585	100
Irak	2.550	47
Turquía	2.220	8
Sudán	1.890	15
Otros	36.664	7
Mundo	235.229	16

Fuente: S. Postel, 1992.

Del mismo modo que se han mostrado algunas incertidumbres sobre el conocimiento del recurso, cabe hacer análoga consideración sobre el conocimiento de los usos del agua. En aras de la brevedad, nos limitaremos a los regadíos, cuyo uso viene a representar el 80% de los consuntivos, como se ha dicho antes, y, dentro de ellos, únicamente a las superficies regadas.

No parece existir buena concordancia entre los distintos documentos oficiales que presentan datos sobre las superficies de regadío en nuestro país. El Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de España (MAPA, 1988) presenta un cifra de 3,11 millones de hectáreas. El Anejo de la Memoria

del Plan Hidrológico Nacional (MOPT, 1993) eleva la cifra a 3,19. El Libro Blanco sobre las Aguas Subterráneas (MOPTMA y MINER, 1994) presenta la cifra de 3,04 millones hacia 1987. Por último, el Avance del Plan Nacional de Regadíos adelanta la cifra de 3,4 millones de hectáreas. Es decir, se producen diferencias de cerca del 10%.

Mayor es aún la diferencia si se desciende al nivel de cuenca hidrográfica. Los que presentan los dos documentos del MOPTMA antes citados, permiten llegar a las siguientes conclusiones:

– Las cuencas del Guadalquivir, Júcar, Baleares y, en menor medida, Guadiana presentan cifras próximas entre los distintos documentos.

– Las demás cuencas presentan diferencias notables, superiores en más o en menos al 10%. El mapa obtenido con imágenes de satélite de 1987, presenta diferencias de superficie de regadíos del 24% en la cuenca del Tajo y del 13% en la del Ebro (en la del Duero no se ha podido precisar, pues las cifras han sufrido correcciones importantes). Es decir, entre las dos cuencas presentan unas 150.000 hectáreas de menos.

– Por el contrario, las cuencas del Sur y Segura, Canarias y las Cuencas Internas de Cataluña presentan diferencias entre el 10 y el 30%, viniendo a representar unas 80.000 hectáreas más, generalmente regadas con aguas de pozos.

Todo ello pone de manifiesto, además de la necesidad de perfeccionar y actualizar las estadísticas existentes, sobre todo en la realización del Plan Nacional de Regadíos, un panorama nada alentador sobre la distribución geográfica del uso del agua en regadíos. Parece que mientras en las cuencas atlánticas del Duero y Tajo, y en la del Ebro, las superficies de regadíos tienen diferencias en menos, sobre todo en lo referente a las regadas con aguas superficiales, en las cuencas del litoral mediterráneo y en los archipiélagos, es decir, en las áreas donde existe una mayor presión sobre los recursos hídricos dando lugar a frecuentes problemas de sobreexplotación de ríos y acuíferos, existe una mayor superficie de zonas regadas, sobre todo con aguas subterráneas.

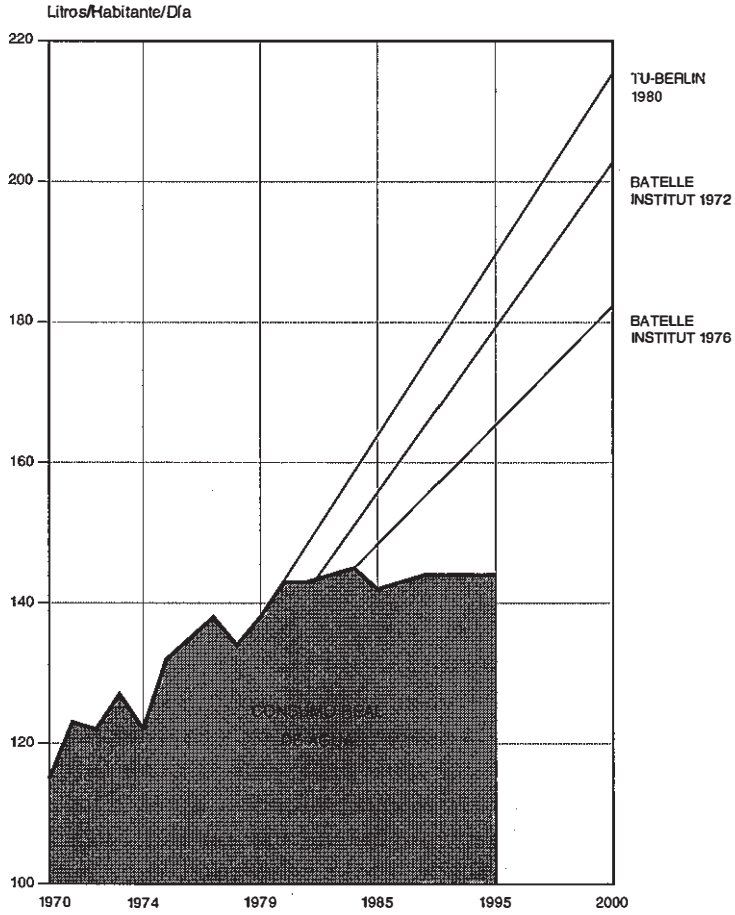
3.3. Proyecciones de las demandas

Tradicionalmente, las convicciones sociales y técnicas dominantes han ligado el creciente uso de los recursos hídricos al desarrrollo y la calidad de vida. En abastecimientos urbanos, durante las décadas de los años 60 y 70 resultaba frecuente admitir hipótesis de crecimiento de demandas unitarias del 1-3% anual acumulativo, con lo que en las grandes conurbaciones se superaba la cifra de 600 litros por habitante y día hacia el año 2000.

Sin embargo, la realidad ha sido otra. En la figura 3.2 se recogen distintas prognosis de la dotación unitaria urbana en la Alemania Federal (Gundermann, 1993) basados en estudios de diversos tipos, desde extrapolación de tendencias hasta modelos socioeconómicos, pasando por análisis individualizados de distintos tipos de usos. En la misma figura se recoge la evolución real, que ha resultado prácticamente estable. Caso análogo se refleja en la figura 3.3 referida a distintos pronósticos en los EE.UU. respecto a consumos totales e industriales (Shiklomanov, 1993); puede apreciarse que las últimas proyecciones tienden a una reducción en el consumo de agua.

Figura 3.2

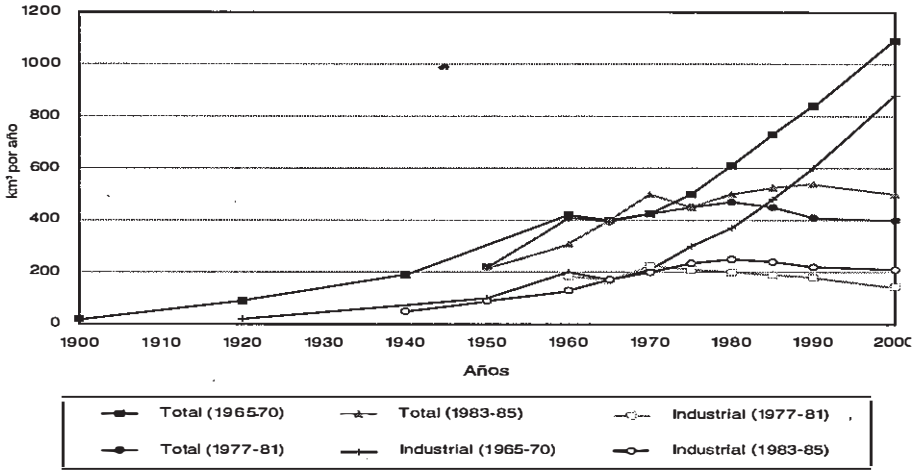
PROYECCIONES DE CONSUMOS DE AGUA EN ALEMANIA FEDERAL



Fuente: Gundermann (1993).

Figura 3.3

ESTIMACIÓN DE CONSUMO DE AGUA
EN LOS ESTADOS UNIDOS



Fuente: Shiklomanov (1993).

En nuestro país han existido proyecciones del mismo tipo y análoga evolución estable de la situación real. En la figura 3.4 se presentan los datos de volúmenes derivados para abastecimiento del ámbito metropolitano de Barcelona (Piera, 1995) y del Canal de Isabel II, que abastece a unos 5 millones de madrileños.

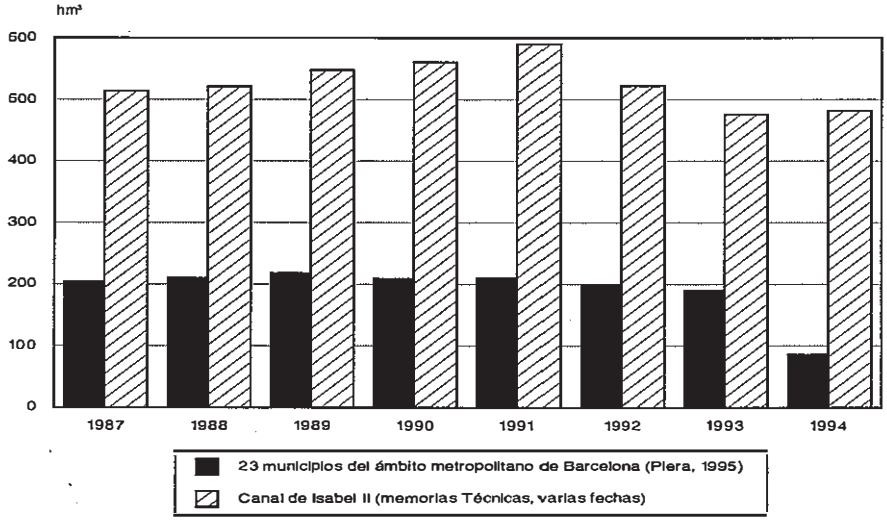
En Gran Bretaña las previsiones efectuadas en 1965 estimaban un crecimiento de la población del 19% para veinte años más tarde; la realidad es que sólo aumentó un 6%, produciéndose un exceso de la capacidad de la infraestructura hidráulica construida.

En el sur de California, en 1981 se realizó una prognosis para un horizonte de veinte años. Siguiendo una planificación de las necesidades, se previó un crecimiento del 43%. Posteriormente se rectificó, de manera que si se tenían en cuenta técnicas de ahorro de agua el crecimiento sería sólo del 12%; si, además, se consideraban factores económicos, es decir, se realizaba una planificación económica teniendo en cuenta las elasticidades demanda-precio (abastecimientos –0,56; regadíos de –0,46 a –1,50) no sólo no se producía incremento en la demanda de agua; al contrario, se estimaba una disminución del 38% (Willey, 1985).

En cuanto a la correlación que se supone existe entre el consumo de agua y el desarrollo y la calidad de vida, medidos a través de indicadores económicos globalizados como el PNB o la renta per cápita, la situación

Figura 3.4

AGUA REGULADA PARA ABASTECIMIENTO



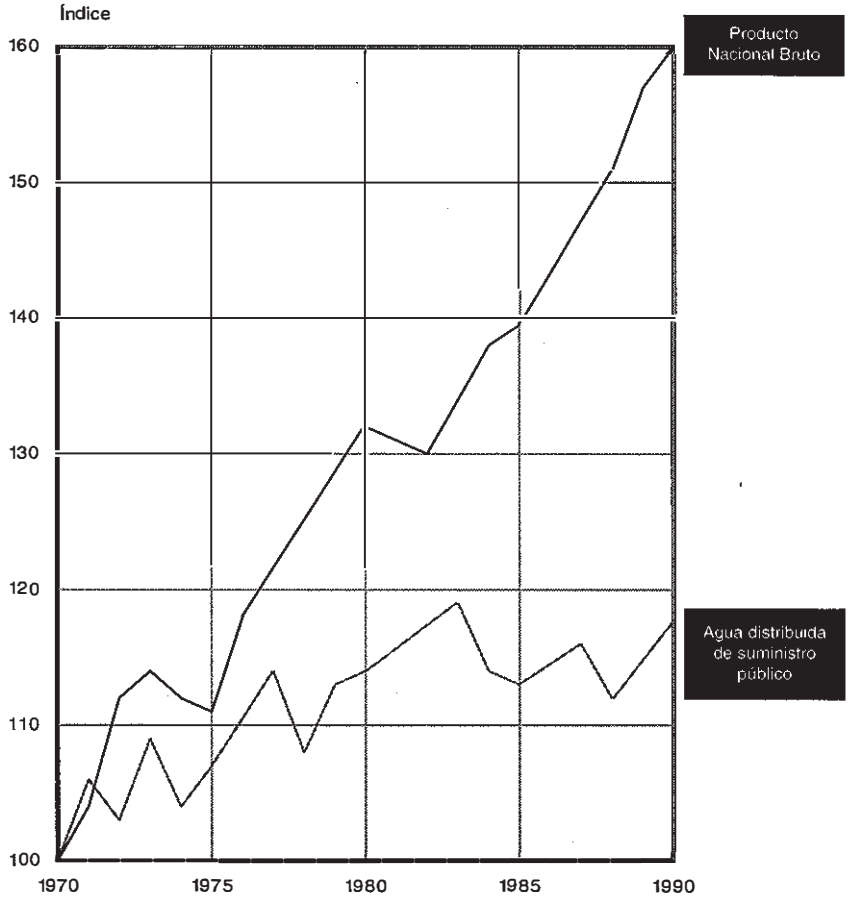
tampoco parece estar clara. En la figura 3.5 se presentan los datos correspondientes a Alemania Federal (Gundermann, 1993). Por su parte, Sánchez González (1993), en su estudio sobre las dotaciones de agua en ocho ciudades españolas en relación con los ingresos per cápita (figura 3.6) pone de manifiesto el clásico efecto de saturación de la demanda respecto a los bienes no superiores.

3.4. Costes y precios del agua

Dentro de una planificación hidrológica con criterios económicos, que empieza a propugnarse con fuerza, no puede eludirse presentar algunos datos –aunque sea de forma somera– sobre los costos y los precios de la disponibilidad del agua. En un trabajo nuestro de hace más de una década (López-Camacho, 1982) exponíamos que *«los aspectos económicos no parecen ser los más relevantes en los aprovechamientos hidráulicos; dentro de ciertos límites y para determinados usos –como los urbanos y los cultivos de alta cotización– cada día se presenta como más escaso el recurso agua que el recurso económico. Dicho de otra manera: difícilmente se constreñirá la implantación o desarrollo de una zona insdustrial o de regadío de alta producción por la limitación económica, ya que si existe agua, aunque sea distante, el problema se resuelve con conectar una conducción desde la zona de producción del recurso al lugar de la*

Figura 3.5

CONSUMO DE AGUA Y PRODUCTO NACIONAL BRUTO EN ALEMANIA

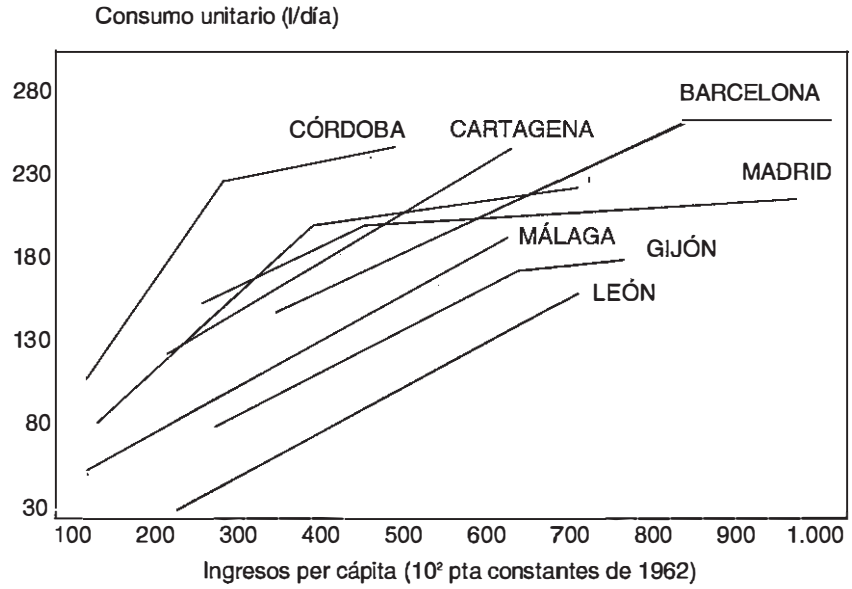


Fuente: Gundermann (1993).

demanda; baste recordar planteamientos como los trasvases del Ebro y del Tajo para validar dicha afirmación. Y, en mucha menor escala, si se trata de demanda urbana, en caso de escasez el factor económico juega no ya el primer papel sino otro muy secundario, recurriéndose incluso al uso de cisternas sobre camión en una muestra de antieconomía, ya que excepto en poblaciones muy pequeñas, además de ser un procedimiento caro, resuelve poca cosa. En esos casos de abastecimiento urbano, cualquier proyecto de solución, aunque sea costoso, tiene elevadas posibilidades de ser aceptado –e incluso bien aceptado– tanto por los habitantes que están padeciendo la sequía como por el resto de la sociedad».

Figura 3.6

RELACIÓN ENTRE CONSUMO UNITARIO
E INGRESOS PER CÁPITA



Fuente: Sánchez González (1993).

Los recientes transportes de agua en barco, la construcción de desaladoras (o desalobradoras para riego, como el caso de Mazarrón), las cuantiosas inversiones en obras coyunturales de emergencia por sequía, o el planteamiento del trasvase Ródano-Cataluña, parecen –bastantes años después-- mantener vigentes las anteriores afirmaciones. Incluso los capítulos de financiación del Plan Hidrológico Nacional, Planes de cuenca o Plan Nacional de Regadíos, merecen escasos comentarios por la comunidad técnica o la opinión pública. El cuestionamiento de las grandes infraestructuras de aprovechamiento o trasvase no ha sido motivado por los cuantiosos fondos que precisan; se ha planteado fundamentalmente por cuestiones políticas (como plantea Naredo, 1995, refiriéndose a las guerras del agua del pasado verano), sociales o medioambientales.

No obstante, no está de más revisar algunos datos de costes y precios del agua, sobre todo con vistas a los criterios que deben inspirar una planificación con mayor contenido económico en el uso de los recursos naturales o como referentes a los «mercados del agua».

En el cuadro 3.4 se recogen los costes de algunas fuentes alternativas de suministro de agua relativos a EE.UU. y fechados en 1980 (Rogers, 1987). El autor expone la serie de cautelas habituales cuando se hacen comparacioanes de este tipo en relación con los diversos costes de capital y

de operación de las diferentes tecnologías, el período de retorno, requerimientos de mantenimiento y reposición, etc., sin incluir costes políticos y ambientales. A pesar de ello, el cuadro permite obtener algunas conclusiones en valores relativos: los embalses (sin conducciones) y los trasvases (sin obras de regulación) producen costes análogos; la extracción de aguas subterráneas presenta menores costes; entre los métodos de desalobración es claramente ventajosa la ósmosis inversa; los costes de reutilización se incrementan sustancialmente con el tratamiento requerido.

Cuadro 3.4

COSTES DE SUMINISTRO DE AGUA EN EE.UU.
(Dólares de 1980)

Tecnología	*Dólares/10^3 m^3*
Proyectos de transporte entre cuencas	123-246
Embalses (sólo costes del almacenamiento)	123-246
Destilación	654-1.085
Congelación	368-633
Osmosis inversa (para aguas salobres)	120-397
Electrodiálisis (TDS 2.000-5.000 ppm)	276-537
Reutilización de aguas residuales[1]	200-485
Reutilización de aguas residuales (T. secundario)	77-128
Extracción de agua subterránea	88
Recarga artificial de acuíferos	118-138

[1] Tratamiento secundario, reducción de nitratos y fosfatos, filtración y absorción por carbón.

Fuente: P. Rogers (1987).

En cuando a nuestro país, y al nivel general que estamos tratando la cuestión, podemos presentar los siguientes datos. Martín Mendiluce y Gil Egea (1990) en su trabajo «La infraestructura hidráulica. Consideraciones para su desarrollo en los próximos veinte años (1990-2010)» exponen que sería necesaria una inversión de unos 810.000 millones de pesetas para regular 16.800 hm^3; unos 700 millones de pesetas para aprovechar 1 m^3/s de aguas subterráneas, y del orden de 385.000 millones de pesetas para construir una capacidad de trasvase de 75 m^3/s (Ebro-Pirineo Oriental, Ebro-Júcar-Segura y Cherta-Calig). Si se utiliza como parámetro comparativo la relación inversión/producción, resulta unas 50 pta/m^3/año para aprovechamiento de embalses, 22 para captaciones de acuíferos y 16 pta/m^3/año para trasvases. Todo ello en las hipótesis de utilización 100%

de las capacidades y que la disponibilidad media en los embalses es de 1 m^3 por cada 2 de vaso, lo que puede resultar optimista a la vista de los datos de aportaciones de la última década.

En nuestro trabajo de 1982, antes citado, se presentaban relaciones inversión/producción de unas 110 pta/m^3/año para un conjunto de embalses construidos para el abastecimiento de la Comunidad de Madrid (720 hm^3 de capacidad) contabilizando la totalidad de las inversiones realmente efectuadas hasta aquella fecha y las disponibilidades previstas entonces (en la última década han resultado menores). Los últimos datos de los proyectos de aprovechamiento de los ríos Jarama y Sorbe, hacen ascender dicha relación a unas 300 pta/m^3/año. Para las aguas subterráneas el aprovechamiento reciente de 1 m^3/s ha requerido una inversión de unos 1000 millones de pesetas, lo que proporciona una relación del orden de 150 pta/m^3 en el supuesto de una utilización del 25% de dichas captaciones (un año de cada cuatro), incluyendo en dicha relación la captación y la conexión a las redes del abastecimiento. Por otra parte, un reciente proyecto de reutilización de las aguas residuales de Madrid con destino al riego de parques y jardines municipales se sitúa en 3.000 millones de pesetas para el aprovechamiento de unos 3 hm^3/año.

El Plan Hidrológico Nacional, en su versión de junio de 1994, presenta inversiones del orden de 700.000 millones de pesetas para un incremento de disponibilidades de 6100 hm^3/año, incluyendo regulación en embalses (80-85%) y, en menor proporción, aprovechamiento de acuíferos. En el conjunto de las inversiones se incluye: a) el 50% de las destinadas a la corrección del déficit hídrico y consolidación de los sistemas hidráulicos actuales; b) las destinadas al incremento de recursos hidráulicos para usos consuntivos; c) el 50% correspondiente a la corrección del impacto ambiental de las nuevas infraestructuras. Resulta una relación de 115 ptas/m^3/año. La regulación de recursos intercuencas (versión del Plan de abril de 1993) supondrían una inversión de 750.000 millones de pesetas para un incremento de trasvase de 3.200 hm^3, con una relación de unas 230 pta/m^3/año.

El Avance del Plan Nacional de Regadíos (MAPA, 1995), en el apartado correspondiente a modernización y mejora de regadíos presenta unas inversiones de 450.000 millones de pesetas referidas al MAPA y a las CCAA. Si se tienen en cuenta además las cifras del MOPTMA en el mismo concepto y no se incluyen las que corresponderían al sector privado, se llega a una cifra de 600.000 millones de pesetas para conseguir un ahorro bruto de 4.380 hm^3/año, del que se puede considerar un neto reaprovechable de la mitad a lo sumo; en ese supuesto la relación viene a ser de unas 270 pta/m^3/año disponible.

Completamos el repaso de los costes con los procedentes de desalación por el método de ósmosis inversa. Las cifras de inversión/producción que

maneja el sector suelen ser de unas 150.000-200.000 pta por m^3/día para plantas de capacidad de hasta 40.000 m^3/día; la relación resultante es de 400-550 pta/m^3/año.

El paso de las relaciones inversión/producción al coste del m^3 del agua procedente de diversas fuentes presenta difíciles problemas, por lo que se tiene la impresión de acabar comparando cosas que no son comparables. Muy simplificadamente, y a riesgo de cometer errores importantes, se ha intentado efectuar el ejercicio con unos supuestos razonables: se aceptan las condiciones indicadas anteriormente, utilizando principalmente las relaciones globales de los últimos documentos de planficación; se admite con carácter general una tasa de descuento del 8% y unos gastos de explotación adecuados a cada tipo de tecnología (p. ej. 1% en embalses y trasvases); la vida útil considerada es la usual, cincuenta años para embalses, veinticinco para captaciones de acuíferos, etc.; se suponen unos gastos energéticos medios de carácter general para cada tecnología; el factor de utilización se ajusta a lo que es habitual en las distintas instalaciones. Con todo este conjunto de supuestos y simplificaciones y considerando exclusivamente los costes correspondientes a amortización de las inversiones, gastos energéticos y de operación, se llega a unos resultados que deben interpretarse únicamente como con carácter orientativo y medio.

El coste de los nuevos aprovechamientos de aguas superficiales por medio de embalses viene a situarse entre 10 y 30 pta/m^3, con mayor probabilidad hacia el límite superior. Para las extracciones de aguas subterráneas, en condiciones medias y según grado de utilización se sitúan entre 10-20 pta/m^3, pudiendo llegar a 30 pta/m^3 en el caso de su utilización como recursos estratégicos sólo para períodos de sequía o escasez de otras fuentes; los costes de trasvases, considerando gastos energéticos y compensación a posibles afecciones varían de 30 a 80 pta/m^3. La regeneración de aguas residuales, según tratamiento y necesidades de infraestructuras de aprovechamiento, pueden situarse entre 50 y 150 pta/m^3; el ahorro de agua procedente de la mejora y modernización de regadíos no bajará de 25 pta/m^3. La desalación, con la tenología actual, se sitúa entre 150 y 300 pta/m^3.

La insatisfacción que se produce al adentrase en los temas del coste conduce a algunas reflexiones que se exponen a continuación. En primer lugar, se encuentran datos referidos a proyectos o con el objetivo de confeccionar tasas hidráulicas de acuerdo con la normativa actual; pero se conocen escasos datos reales de instalaciones con varios años de funcionamiento; es decir, se echa en falta trabajos en los que se expongan los datos reales de inversión resultante final en relación con la presupuestada inicialmente así como de la producción realmente obtenida con las infraestructuras realizadas en relación con las previsiones del proyecto. Disponer de estos datos serviría como pauta cierta para la presupuestación ajustada de las nuevas infraestructuras, así como permitiría disponer de costes reales

del agua que sirviese como referencia a la planificación económica, a la imputación real de costes y a los mercados del agua. Por otra parte, estos datos permitirían incrementar la transparencia, la participación y la aceptación social de las nuevas actividades.

Ahora pasemos brevemente a la otra vertiente del problema: los precios pagados por los usuarios. En el caso del regadío el asunto es simple: los precios medios pagados por tasas hidráulicas en las zonas administradas por el Estado se sitúan en el orden de 1 pta/m^3, aún con amplias diferencias, correspondiendo los mayores valores a las tasas originadas por el trasvase de agua del Tajo al Segura. En cuanto a los regadíos ya establecidos con aguas subterráneas los precios varian ampliamente, pero en su mayor parte, los precios soportados por los regantes se situarán entre 5-10 pta/m^3.

Los abastecimientos repercuten costes mucho más altos. Según la encuesta realizada en 1992 por la Asociación Nacional de Abastecimiento de Agua y Saneamiento (AEAS) el agua suministrada para uso doméstico e industrial venía a salir en media para los usuarios entre 100 y 115 pta/m^3, incluyendo todos los conceptos que aparecen en los recibos. En este sector existen estudios sobre costos reales y tarifas bien documentadas. Por ejemplo, Fernández Pérez (1995) lleva a cabo un detallado trabajo sobre la aplicación de los principios de eficiencia económica, autosuficiencia financiera y equidad o estabilidad a los abastecimientos españoles, concluyendo que para cumplir dichos principios las tarifas deberían situarse hacia las 175-200 pta/m^3 con objeto de eliminar subvenciones, cifras que estarían en línea con las existente en los países europeos de nuestro entorno.

4. Elementos de la gestión de la demanda

4.1. La conservación del agua

El incremento de la demanda, con sus exigencias de recursos cada vez más escasos y distantes, unido a la creciente degradación de su calidad y el deterioro del medio ambiente hídrico asociado, han hecho surgir una nueva disciplina denominada «Water Conservation». El Consejo de Recursos Hidráulicos de los EE.UU. comenzó definiendola como aquellas actividades que tienden a:

- reducción de la demanda de agua
- mejora de la eficiencia del uso del recurso
- mejora de las técnicas de riego y usos ornamentales.

Como parece lógico, posteriormente se ha ido ampliando el concepto de la conservación del agua, incorporando entre sus técnicas a aquellas otras que tienen por objeto el ahorro del agua o la mejor gestión de los recursos:

- operaciones de rehabilitación y reemplazamiento de redes
- tarificación sobre consumos medidos por contador
- fontanería de bajo consumo
- desarrollo educativo
- programa de información pública
- reutilización de aguas residuales
- uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas
- continua investigación de métodos eficientes.

Como puede verse, se pasa de unas simples actividades a un amplio programa de análisis, gestión, información e incluso investigación y desarrollo, que tienen sólo en común el propósito de ser alternativas a la construcción de nuevas infraestructuras.

En un amplio sentido se trata de un nuevo punto de vista o ética del agua que Postel (1993) resume de la siguiente forma:

«Se está intentando responder a una demanda insaciable ampliando continuamente la captación de unas reservas que son limitadas, tanto desde el punto de vista ecológico como económico. Hemos asumido rápidamente los derechos de utilizar el agua, pero somos lentos en reconocer las obligaciones de conservarla y protegerla. No cabe duda que una mejor política de precios y la creación de mercados más abiertos dotarán al agua de un mayor valor en sus funciones económicas y provocarán una saludable competencia que erradicará el consumo desmedido e improductivo. Pero también necesitamos un conjunto de directrices generales y la determinación de responsabilidades que nos impidan ir minando poco a poco los sistemas naturales hasta que no quede nada de sus funciones de soporte de ecosistemas, que el mercado no valora debidamente. Necesitamos una ética del agua cuya esencia fuese la protección de los sistemas acuíferos. Se trata de adoptar un enfoque integrado, holístico, que considere a los seres humanos y al agua como partes relacionadas de un todo más grande. Se buscaría la mejor manera de satisfacer las necesidades humanas amoldándonos a las exigencias ecológicas de los sistemas acuíferos sin atentar contra su integridad. La ética del agua forma parte de un código de desarrollo sostenible que lleva consigo un enfoque completamente nuevo del progreso económico, en el que se armonizan objetivos ecológicos.»

4.2. De la planificación de necesidades a la planificación económica

Las propuestas que ha hecho hasta la fecha la administración hidráulica española se han basado en la fijación de unas «necesidades» previas. En abastecimientos, el modelo se basa en el cálculo de la evolución de la población y el desarrollo de las actividades productivas o de recreo. En la agricultura, en la superficie en transformación, clima y tipo de cultivo. En

ambos casos se supone que el precio o las tasas hidráulicas no afecten a la demanda, manteniéndose en muchos casos por debajo de los costes derivados de la amortización de las inversiones y los gastos de explotación.

Señala Jové (1993) que la planificación por necesidades puede producir costosas equivocaciones, debiendo tenderse a una planficiación económica que tenga en cuenta los costes reales. *«El agua se debe regir por las mismas reglas económicas que nuestras decisiones sobre el vestido, los alimentos o las medicinas»... «La OCDE es una firme promotora de la gestión de la demanda según criterios económicos de eficacia y equidad. El usuario, dice la OCDE, ha de asumir todos los costes de gestión, y ello se consigue igualando el precio al coste marginal a largo plazo»... «El valor marginal del agua en la agricultura es muy bajo, lo que indica que los déficit son artificiales, ya que se está utilizando el agua para un consumo de poco valor. El mecanismo del precio es la garantía de la eficacia en la gestión del agua, más que la apelación a la responsabilidad social.»*

Dentro del concepto de planificación económica del agua, la demanda no puede cubrirse simplemente adicionando nuevas ofertas con crecientes costos de inversión. Se hace preciso tener en cuenta aspectos económicos, tales como las elasticidades referidas al precio. En diversos estudios llevados a cabo en un conjunto de países industrializados, se llega a las siguientes conclusiones.

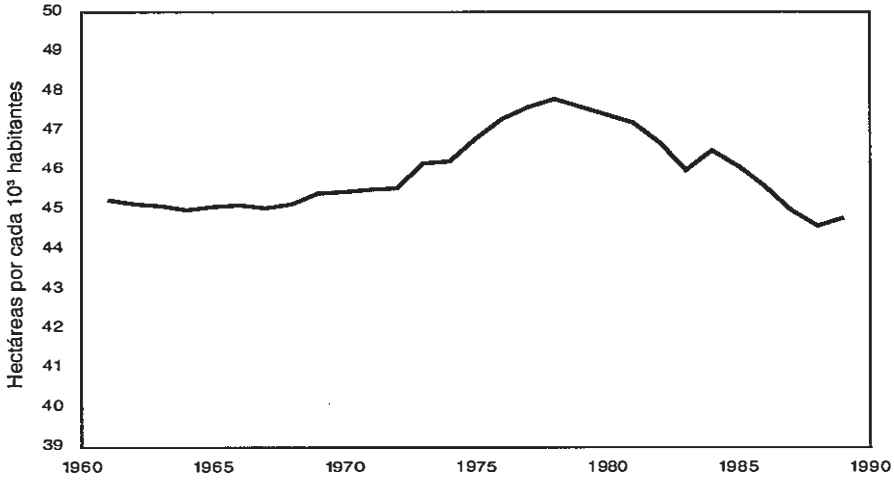
- Para usos urbanos la demanda resulta bastante inelástica (en general inferior a –0,5 y con tendencia media hacia –0,25) para el nivel actual de precios en las grandes ciudades. A medida que el precio aumenta, también lo hace la elasticidad.
- En usos industriales, la elasticidad es superior a las de los abastecimientos, existiendo un importante efecto de sustitución de nuevas demandas por el reciclaje, sobre todo teniendo en cuenta los costes de depuración.
- En la agricultura existen escasos datos. Un estudio sobre el Plan Hidrológico de California, con horizonte en el año 2000, presenta elasticidades entre –0,46 a –1,50 (Willey, 1985). Estos últimos datos se utilizan frecuentemente para indicar los precios poco realistas que se pagan en dicho sector. Así, como antes se expuso, la consideración en California de estas elasticidades, estimando que los regantes aproximasen sus pagos al coste real, produce una sustancial reducción de la demanda de agua a largo plazo. Ello puede poner de manifiesto el gran volumen de potencial ahorro que puede llevarse a cabo con una política de precios realista.

Pero también cabe la consideración contraria. La elasticidad pone de manifiesto la debilidad del sector agrícola frente a incrementos de precios, por lo que un aumento de los mismos requiere una apreciación cuidadosa de sus posibles efectos sobre el sector. Máxime tratándose de un sector (el

de la producción de alimentos) que en muchos países tiene la consideración de estratégico en la visión a largo plazo, superando contingencias temporales derivadas de las sucesivas reformas de la Política Agraria Comunitaria (PAC) o acuerdos del GATT. Como ilustración de lo que queremos sugerir, en la figura 4.1 se reproduce la evolución de la superficie regada en el mundo, tomado de Postel (1993). La superficie regada unitaria alcanzó su máximo en la década de los 70 y después decrece. Si la tendencia continua, la alimentación de la creciente población mundial requerirá mejorar los rendimientos por hectárea o incrementar la producción de alimentos de las superficies de secano. En cualquier caso, dichas mejoras son cada vez más difíciles de conseguir, lo que constituye toda una llamada de atención acerca de no perder de vista el campo.

Figura 4.1

SUPERFICIE MUNDIAL DE REGADÍO PER CÁPITA



Fuente: Postel (1992).

Como señala acertadamente Brown (1995): *«los sistemas naturales de los que depende la economía, ya sea el ciclo hidrológico o los cultivos de secano, no son meros sectores de la economía global. Son sus cimientos. Si la productividad disminuye, las perspectivas de la economía global se deterioran. En un mundo urbanizado donde la atención se centra en el desarrollo de las telecomunicaciones y los ordenadores y en la construcción de las autopistas de la información, es fácil olvidar que son estos sistemas naturales los que sostienen la economía global».*

4.3. Los mercados del agua

Se trata de un tema de moda, sobre el que se proyecta una fuerte carga ideológica que dificulta un análisis sereno. Una interesante recopilación de artículos y datos relevantes puede verse en Aguilera (1992, 1995).

El anteproyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional (MOPT, 1993) dedicaba al mismo el artículo 97, último de su texto articulado, si bien con numerosas cautelas: lo reducía a sistemas de explotación de recursos de carácter deficitario; la competencia para acordar la modificación en la asignación de recursos se reservaba a la Administración hidráulica; dicha modificación se limitaba a los usos de menor prioridad hacia los de mayor; para modificaciones temporales se exigía un período de información pública; se remitían las modificaciones de carácter permanente al procedimiento general relativo a las concesiones.

Sin embargo conviene constatar un par de cuestiones. Por una parte, de hecho, un cierto tipo de mercado del agua, de forma sumergida, viene existiendo en regiones españolas con escasez crónica de recursos, lo que plantea la cuestión de si resulta mejor regularlo o ignorarlo. Por otra parte, dejando aparte los juicios apriorísticos y manteniendo el principio de que el agua es un bien de dominio público, la ventaja que presenta la flexibilidad del sistema en cuanto a resolución de problemas críticos y como alternativa a costosas y dilatadas inversiones u otro tipo de soluciones, parece atractiva, al menos desde el punto de vista teórico.

Una de las referencias obligadas es el Banco de Agua de California, que funcionó entre febrero y abril de 1991 y cuyas transacciones se recogen en el cuadro 4.1. El banco se creó después de cuatro años de sequía con objeto de obtener agua para usos urbanos, industriales y agrícolas, protección de los ecosistemas hídricos y reserva para el siguiente año. Fue gestionado por el Departamento de Recursos Hidráulicos del Estado. Las compras de agua se efectuaron a agricultores que dejaron de regar (51%) que cambiaron su sistema de derivación de aguas superficiales a extracciones subterráneas en determinados acuíferos (32%) o procedente de embalses locales (17%). Las ventas se efectuaron principalmente a instituciones, el 80% de las mismas con destino a usos urbanos e industriales. Una parte considerable de los 1.010 Hm^3 adquiridos por el Banco del Agua se destinó a la conservación de flujos de ríos en el delta de Sacramento (Mariño, 1993).

Antes de seguir adelante conviene hacer notar que la transacción entre usuarios fue posible gracias a la impresionante infraestructura hidráulica con que cuenta el Estado de California y, sobre todo, por el mayor grado de interconexión entre sus sistemas hidráulicos. En síntesis, 1.300 embalses con 53.000 hm^3 de capacidad (en España 1.050 con 50.000 hm^3), 2 millones de pozos (0,5 estimados en nuestro país) y una capacidad de transporte de agua a grandes distancias 30-40 veces mayor que la española medida en km m^3/s.

Cuadro 4.1

BANCO DEL AGUA DE CALIFORNIA
(1991)

COMPRA DE AGUA

	Cantidad (hm^3)	*Precio (dól. USA)*
De regadíos (barbecho)	517	
De pozos	319	
De embalses	174	
Total	1.010	0,10

VENTAS DE AGUA

	Cantidad (hm^3)	*Precio (dól. USA)*
Abastecimientos y regadíos	488	0,14
Flujo de ríos	150	
Reserva del >Banco de Agua	372	
Total	1.010	

Fuente: Mariño (1993) y Howitt (1993).

Nos limitaremos a un par de reseñas de interés respecto al funcionamiento del banco del agua. En primer lugar, se produjo una apreciable diferencia entre las peticiones de agua a priori, presentadas como «necesidades críticas» y el agua realmente adquirida a los precios resultantes. El agua realmente adquirida para usos urbano-industriales bajó un 11% respecto a las peticiones iniciales. Teniendo en cuenta que el precio medio resultante (incluyendo transporte) fue del orden de 0,185 dólares USA por m^3, dicho precio se aproxima a las 0,24 dólares estimados como media para el ahorro de un m^3 en zonas urbanas aplicando las técnicas de conservación del agua. En cambio, el agua adquirida por los agricultores resultó sólo del 50% de la exigida inicialmente como «necesidades críticas».

En segundo lugar, aunque el precio pagado a los agricultores que cedieron temporalmente sus derechos fue fijado para compensarles de la pérdida de las cosechas, el estudio económico efectuado entre zonas cedentes y zonas receptoras, teniendo en cuenta la totalidad de factores, llega a

la conclusión de que, si bien para el conjunto del Estado fue ventajoso en beneficios netos y empleos, ocurrieron discrepancias regionales, resultando perjudicadas las regiones cedentes y «terceras partes», concluyendo en la necesidad de corregir en el futuro estos perjuicios (Howitt, 1993).

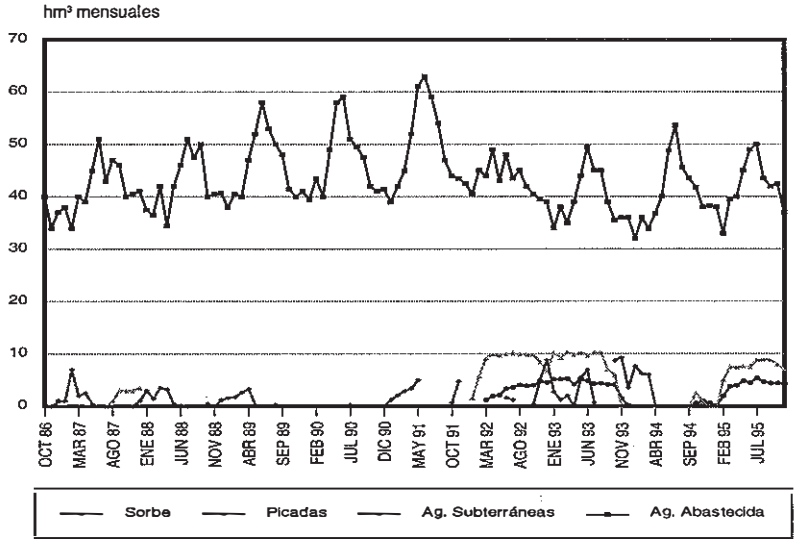
4.4. Actuaciones habidas ante la escasez de recursos

El sector más llamativamente afectado por la escasez de recursos en el último año ante la opinión pública ha sido el de los abastecimientos urbanos, que ha amenazado a cerca de diez millones de personas. Dejando aparte algunas actuaciones puntuales como el transporte de agua en barco, más espectaculares que efectivas, las principales soluciones han consistido en modificaciones en el destino del agua concesional, introduciendo en cierto modo acuerdos entre usuarios desde el regadío hacia el abastecimiento (vuelve aquí a aparecer el tema de los mercados del agua) y la mayor explotación de las aguas subterráneas. Sobre esta última solución conviene insistir en la idea de que las actuaciones de emergencia que se han realizado últimamente, se inscriban en un programa de perfeccionamiento, conservación y vigilancia, integrándose entre las otras fuentes del abastecimiento y tomando las medidas necesarias para que respecto a dichos recursos se efectúe un uso sostenible compatible con la protección medioambiental.

Como estrategias de respuesta ante períodos de sequía o escasez de agua, se expone brevemente las medidas tomadas por el Canal de Isabel II en el abastecimiento de la Comunidad de Madrid durante los años 92 y 93. En síntesis (figura 4.2) consistieron, por una parte, en una intensa campaña de concienciación en los medios de comunicación (prensa, radio y televisión) y en la promulgación de un decreto limitando ciertos usos no esenciales (riego de parques y jardines no históricos y otras limitaciones). Con esas medidas se consiguió una reducción de la demanda de un 20%, pasando de 590 hm^3 derivados en 1991 a 476 en 1993; durante los dos años referidos el ahorro fue estimado en 220 hm^3. Por otra parte, se pusieron en marcha captaciones alternativas, consistentes en bombeo de agua desde el río Alberche (194 hm^3 en los dos años) y extracciones de aguas subterráneas (81 hm^3 en el mismo período). La suma de los dos conceptos –ahorro y captaciones alternativas– supuso unos 500 hm^3 frente a un total de 1.000 hm^3 derivados para abastecimiento en dicho período bianual. Con ello se consiguieron dos objetivos: los volúmenes almacenados en los embalses no bajaron de 300 hm^3, lo que garantizaba cerca de veinticuatro meses de abastecimiento en la hipótesis más desfavorable de aportaciones; la solicitación sobre los embalses del sistema del Canal de Isabel II (960 hm^3 de capacidad y 800 de aportación media anual) se redujo sustancialmente durante el bienio.

Figura 4.2

DISTRIBUCIÓN DE RECURSOS SUMINISTRADOS POR EL CANAL DE ISABEL II



Las experiencias y enseñanzas del período seco 1992-93 han permitido afrontar en mejor disposición la sequía de 1995, (el segundo año de menor aportación del siglo), ya que el consumo se ha mantenido aproximadamente en los niveles de 1993. Además de una serie de acciones de incremento de extracción de aguas subterráneas, puesta en marcha de políticas tarifarias de penalización a consumos excesivos y bonificaciones a las reducciones, merece la pena referirse a las propuestas para la gestión de la demanda. El tema ha sido expuesto con detalle por Castro (1995), en su trabajo «Acciones sobre la demanda urbana». Pasa revista a acciones educativas y persuasivas, normativas, económicas y de mejora de las gestiones técnica y comercial. Expone los obstáculos e inconvenientes de su aplicación y el diseño de un programa de gestión de la demanda siguiendo los criterios de la Massachusetts Water Resources Autohority, que abastece a unos 2,5 millones de personas; merced a los programas implantados desde 1985 ha logrado hacer descender las dotaciones unitarias de 500 a 400 litros por habitante y día. Asimismo expone los resultados de los dispositivos de ahorro iniciados por el Canal de Isabel II en 1992 consiguiendo ahorros del 50-60% en grifos, duchas y cisternas. Concluye afirmando que en el futuro el desarrollo corresponderá a las tecnologías de «detrás del contador».

Asimismo pueden citarse otras medidas utilizadas en Cataluña (Piera, 1995). Las pérdidas en las redes urbanas han pasado del 28,1% en 1990 al 23,6% en 1994. Asimismo ha habido una reducción de consumos: sobre el 76% de la población de Cataluña, según una encuesta de la Asociación de Abastecimiento de Agua y Saneamiento de Cataluña (ASAC), un 61,5% de los usuarios están abastecidos por servicios cuya tendencia actual es la disminución lenta de los consumos, y un 13% con consumo estabilizado.

En cuanto a las industrias, el Instituto Catalán de la Energía, entre 1992 y 1993 asesoró a 189 empresas de Cataluña haciendo 850 propuestas, con un ahorro de 11 hm^3 y una inversión de 6.475 millones de pesetas.

4.5. Aspectos económicos del ahorro

No cabe duda que los aspectos económicos constituyen cuestiones claves para el desarrollo de las actuaciones de gestión de la demanda y conservación del agua. En primer lugar, en bastantes casos, los costes del ahorro del agua no presentan, en principio, ventajas económicas frente a la alternativa de nuevos suministros (cuando ello es posible). Cuanto mayor es la eficiencia de los sistemas de aprovechamiento o en las zonas de escasez, resultan costes de ahorro más elevados. Otra cosa es la toma en consideración de aspectos sociales, de mantenimiento, ambientales o de aceptación social.

Pero quizá la cuestión más importante la constituye la remuneración de las inversiones para el ahorro que llevan a cabo las empresas de servicios públicos. Se da la paradoja que, en situaciones de sequía o escasez, las empresas soportan gastos extras en campañas desarrolladas a través de los medios de comunicación con el objetivo de disuadir a los usuarios de la compra del producto que constituye su actividad. Cuanto mayor es el éxito conseguido en dichas campañas, mayores son las pérdidas en la cuenta de resultados.

La forma de abordar estas situaciones viene siendo desarrollada en el sector eléctrico, respecto al que existen bastantes similitudes con el suministro de agua, pero también sustanciales diferencias, por ejemplo, el nivel de las tarifas y precios de los correspondientes servicios. Una exposición sobre las actuaciones de ahorro en dicho sector puede verse en Cairncross (1993), cuyo trabajo «Las cuentas de la Tierra» presenta exposiciones detalladas. En referencia al sector eléctrico de EE.UU. afirma:

«Cuando una empresa de servicios públicos funciona al máximo de su capacidad, sin duda resulta más razonable buscar formas de reducir la demanda máxima que incurrir en las innumerables dificultades y gastos que conlleva construir una central nueva»... «Más de 60 empresas de servicios

públicos que sirven aproximadamente a la mitad de la población americana cuentan ya con programas que favorecen la venta de sistemas de ahorro de energía.» «Para que resulten verdaderamente eficaces, estos proyectos tienen que encontrar el modo de subvencionar más a las empresas de servicios públicos que sepan reducir la demanda de su producto. Esta extraña idea quizá sólo puede llevarse a la práctica incrementando la tarifa abonada por los consumidores que no inviertan en conservación, lo que constituiría otro ejemplo del sistema que grava a los que contaminan para subvencionar a los virtuosos. Para conseguirlo, los legisladores estatales tuvieron que modificar algunas normas, con el fin de permitir que los beneficios de las empresas de servicios públicos no dependieran de sus ventas. Esta medida hizo posible que estas empresas obtuvieran una compensación por los ingresos que habrían podido conseguir vendiendo electricidad, y que recibieran una parte de los ahorros de que disfrutan sus clientes.» «Un ejemplo lo constituye la empresa New England Electric, que tiene intención de reducir durante los próximos veinte años la demanda de sus productos en un tercio por debajo del nivel que podría alcanzar, invirtiendo en diversas medidas de ahorro que se aplicarán a las viviendas de sus clientes.» «Un primer paso fue permitir trasladar a la empresa parte de los costes de reducir la factura de sus clientes al resto de los consumidores. Esta medida demostró ser de utilidad, pero no animaba a emprender la tarea. En 1990 se modificó la ley. Ahora sólo se pueden trasladar los costes de tales inversiones gracias a unos precios más altos para todos los clientes, sino que sus tarifas también garantizan que obtendrán parte de los ahorros de éstos. El concepto de «ahorro compartido» supone que a una empresa le resulte más rentable invertir en el ahorro de energía por parte de sus clientes que el proyecto de construir una nueva central.» «Wisconsin fue el primer estado que permitió a las empresas de servicios públicos contabilizar en su base tarifaria las inversiones en conservación y obtener de ellas un 2% más de beneficios que de los nuevos suministros».

5. Nuevos enfoques en la gestión del agua

5.1. La Asociación Internacional de Abastecimiento de Agua (IWSA)

Desde hace más de una década vienen propugnándose nuevos enfoques acerca de la gestión integrada del agua. El punto de partida puede fijarse en el Informe Bruntland (1987) que planteaba la necesidad de armonización entre el desarrollo económico, la conservación de los recursos naturales y la protección del medio ambiente en una visión a largo plazo que tenga en cuenta a las generaciones venideras. Igualmente planteaba la consideración global de los aspectos económicos, sociales, institucionales y medioambientales afirmando: *«el mundo real, con sistemas econó-*

micos y ecológicos interconectados, no cambiará; las políticas y las instituciones concernidas deben cambiar».

En el último Congreso Internacional de la IWSA celebrado en África del Sur en septiembre de 1995, en la ponencia 5 titulada: «Cómo reducir los conflictos en la gestión del agua: ¿empleo de nuevos recursos o modificación de los hábitos existentes?», desarrollada por Wubbena, se presentaba un resumen de los nuevos enfoques de las empresas de servicios de abastecimiento.

Presentaba los conceptos de la Gestión Total del Agua (Total Water Management), cuyos objetivos a largo plazo constituyen un intento por dichas empresas de asegurar una gestión de los recursos de la mejor manera posible para los usuarios y el medio ambiente, con participación en el proceso de todos los segmentos de la sociedad concernidos. Se incluyen en la nueva gestión propuesta los aspectos de cantidad y calidad, los recursos hídricos y el uso del suelo, la protección ambiental y la conservación y el recurso del agua.

Los fines últimos que se perseguían son ciertamente ambiciosos: conseguir que el uso de los recursos asegure el desarrollo económico a largo plazo a la vez que contribuya a la mejora de la calidad de vida.

Los objetivos a corto plazo se centran en el desarrollo de los suministros, la conservación y mejora de la calidad del agua y la gestión de las aguas residuales, pero partiendo de un reconocimiento claro de las dificultades existentes entre las que se citan:

- Crecimiento de la conciencia medioambiental opuesta a una presión excesiva sobre los sistemas naturales por el aprovechamiento del agua para fines productivos.
- Multiplicación de leyes y normativas sectoriales y de protección ambiental.
- Conflictos jurisdicionales y políticos entre usos y usuarios.
- Escasez creciente de recursos hídricos.
- Recientes dificultades de obtener fondos públicos con destino a nuevas infraestructuras hidráulicas en competencia con otros sectores y necesidades sociales.
- Reciente división de la opinión pública ante la construcción de nuevas infraestructuras hidráulicas.

Como instrumento para llevar a cabo la gestión total se propone la Planificación Integrada de Recursos (Integrated resource planning) como un proceso abierto y participativo, cuya esencia consiste en el desarrollo de alternativas que incorporen el análisis de los impactos sobre la calidad de vida y el medio ambiente en la perspectiva del largo plazo, así como un reconocimiento de la multiplicidad de instituciones involucradas y con competencias reales que deben intervenir en el proceso.

Dentro de la planificación integrada (PIR) se incluyen aspectos como:

- Gestión integrada de la demanda y de la oferta de recursos hídricos.
- Evaluación de la totalidad de los costes y beneficios directos e indirectos (económicos, sociales y ambientales) en los diferentes escenarios.
- Definición de las prioridades de uso del suelo.
- Incorporación de las comunidades involucradas, no sólo en la fase de planificación, sino también en la toma de decisiones y en la ejecución de las actuaciones.
- Gestión conjunta del agua, la energía, el tratamiento y la depuración junto con el medio ambiente concernido.
- Planteamiento de las actuaciones dentro del marco del desarrollo económico, con visión integrada a largo plazo del desarrollo de las distintas infraestructuras: abastecimiento, saneamiento, depuración y reuso.

5.2. La Unión Europea

En la reunión de los ministros de Medio Ambiente celebrada en Sevilla en octubre de 1995, el presidente del Consejo concluyó que *«la Unión Europea necesita una nueva política del agua que partiendo de los avances alcanzados en las dos últimas décadas prepare a los Estados miembros para abordar los retos presentes y futuros que la problemática de este insustituible recurso plantea».*

Indicaba que el mejor modo de abordar la reforma de la política europea del agua es la de generar una directiva-marco partiendo de la modificación de la directiva propuesta acerca de la calidad ecológica del agua, lo que constituye un nuevo punto de vista, al desligar la calidad del agua de sus usos ulteriores. Las líneas fijadas para la nueva directiva marco conciben un enfoque integral que contemple las relaciones entre las aguas superficiales y las subterráneas; entre suelo, aire y agua; aguas interiores y marinas; interacciones entre agua y ordenación del territorio; la dependencia de la cantidad y calidad con el principio de cuenca hidrográfica como unidad de coordinación; todo ello basado en los principios del desarrollo sostenible.

Asimismo indicaba que la nueva directiva que se establezca en el futuro deberá ser más sencilla y comprensible para los usuarios, consistente y coherente, así como transparente y participativa en su proceso de elaboración. Deberá tener vocación de estabilidad, sin perjuicio de la adopción progresiva en sus normas de desarrollo de los avances científicos y tecnológicos, en especial a través de los «Best available techniques» (BAT) y de los «Best environmental practice» (BEP).

Propugna la consideración de los principios de coordinación y de prevención y reducción de la contaminación en la fuente tanto como sea posible.

La nueva directiva debiera incorporar además instrumentos económicos en apoyo y refuerzo de las normativas. Asimismo se considera relevante la necesidad de evaluar «ex ante» los costes económicos, tanto en relación con las inversiones públicas y privadas necesarias, como de los costes de control y gestión que se pueden originar.

Finaliza solicitando a la Comisión que acelere los trabajos de elaboración del Plan de acción sobre las aguas subterráneas, ya iniciado, así como que en las directivas referidas a otros campos de acción que pudieran estar relacionados con el agua, se acojan los objetivos y principios indicados para la directiva marco.

5.3. El Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo

El vicepresidente del Banco Mundial (Serageldin, 1995) expuso los puntos de vista de dicha institución en relación con el agua en la conferencia pronunciada en el VII Congreso Mundial de la International Water Resources Association (IWRA), celebrado en El Cairo en noviembre de 1994, titulada: «Hacia una gestión sostenible de los recursos hídricos». Aunque los intereses e inversiones del Banco Mundial están dirigidos principalmente hacia los países en desarrollo, el nuevo enfoque que propugna sobre la gestión del agua es plenamente aplicable a los países industrializados, sobre todo los situados en zonas semiáridas.

Señala que los problemas de escasez han situado el agua en los primeros lugares de las agendas políticas internacionales. Parte del hecho de que las prácticas actuales sobre la gestión del agua son insostenibles desde los puntos de vista económicos, sociales y medioambientales. Entre la multitud de problemas que se presentan señala como fundamentales los siguientes.

- En muchos países se rechaza considerar el agua como un bien económico. Se consume gran cantidad en usos de poco valor, forzando a que los usos de mayor valor incurran en crecientes costes para asegurar el abastecimiento de agua desde largas distancias. Los precios que se mantienen artificialmente bajos crean un circulo vicioso de servicios insuficientes.
- Se confía demasiado en la capacidad de los gobiernos de captar, tratar, distribuir y recuperar las aguas, resultando una excesiva centralización de los servicios, con pequeña participación de los usuarios y del sector privado. Las agencias gubernamentales están muy extendidas pero carecen de incentivos directos por lo que son inadecuadas para proporcionar servicios de calidad.
- La gestión del agua se encuentra fragmentada entre sectores e instituciones, con escasa consideración hacia los conflictos y la armonización de objetivos económicos, sociales y medioambientales. Existen múltiples agencias para los diversos usos, mientras son ignoradas las interacciones entre sectores, incluyendo las externalidades y la contaminación.

• No se tienen en cuenta adecuadamente los aspectos relacionados con la salud y el medio ambiente. La producción y la productividad agrícola están declinando en muchos países debido a la degradación medioambiental, salinización de suelos y creciente contaminación, lo que está motivando el abandono de cultivos.

Todo ello conduce a la necesidad de formular y desarrollar nuevas políticas que deberán tener en cuenta factores como el incremento futuro de la población urbana, con crecientes exigencias de mayores recursos para usos domésticos, industriales y municipales, así como para la depuración de las aguas residuales. La urbanización e industrialización también incrementarán las demandas de energía e hidroelectricidad. Al mismo tiempo, los costes financieros y medioambientales de los nuevos suministros sufrirán fuertes crecimientos. Se producirán mayores exigencias normativas que tiendan a evitar la progresiva sobreexplotación de las aguas subterráneas. La presión también tendrá lugar sobre la producción de alimentos, resultando problemático el crecimiento de las superficies cultivadas.

El vicepresidente continúa afirmando que los retos son desalentadores; sin embargo, los éxitos y fracasos de las últimas décadas han mostrado la dirección en la que debemos caminar. En su opinión, existen cuatro principales líneas de acción:

1. El agua debe ser encuadrada en la visión a largo plazo del progreso económico, incorporando estrategias de desarrollo dentro de los objetivos generales de asegurar la salud y la producción de alimentos, así como conseguir la mejora y la protección ambiental. La consecución de estos objetivos exige la articulación de la política hidráulica por los niveles más altos del gobierno.

2. Debe cesar la gestión sectorial y por usos separados del agua, y comenzar a tratarla de forma integral, esto es, intersectorialmente. Deben tenerse en cuenta las interacciones entre los diversos elementos de los ecosistemas de la cuenca hidrográfica, e incorporar los distintos usos productivos y ambientales de la formulación de políticas y decisión de inversiones.

3. Resulta esencial la descentralización y la mayor participación de los usuarios para una adecuada gestión. Se ha comprobado que se conseguirá la mejor calidad de servicio al menor coste delegando responsabilidades en las administraciones locales y transfiriendo algunas funciones al sector privado, corriendo la financiación a cargo de entidades autónomas y organizaciones de usuarios. Asimismo, la mayor participación de los usuarios y agentes sociales han mejorado los proyectos al incorporar los conocimientos y las circunstancias locales, generando mayor responsabilidad, estimulando un mejor mantenimiento, promoviendo la equidad, desarrollando capacidades locales, y reforzando la transparencia, la responsabilidad y el mejor ejercicio institucional.

4. Los mercados y los precios mejoran la asignación del recurso entre usos en competencia. Muchos países han cambiado el enfoque de considerar el agua como un recurso renovable y gratuito, comprendiendo su valor económico y su creciente escasez. En consecuencia, han modificado las políticas introduciendo estímulos apropiados, precios y regulaciones.

Expone que el Banco Mundial ha tomado la labor de definir los elementos de un nuevo enfoque comprehensivo de la gestión de los recursos hídricos que refuerce el desarrollo económico superando los defectos del mercado y de la rigidez administrativa, incluyendo un uso más eficiente y mayor protección medioambiental. Se está trabajando para que en el desarrollo de estos objetivos participen los gobiernos nacionales y otras organizaciones no gubernamentales.

Termina afirmando: en conclusión: *«trabajamos en una ruptura con las políticas del pasado, aceptando un nuevo enfoque comprehensivo y participativo, que sea medioambiental y financieramente sostenible. Debemos adoptar un conjunto de prácticas de gestión que darán lugar a una nueva ética, lo que requiere difíciles decisiones de los gobernos e instituciones. Pero un punto fundamental es claro: no tenemos elección; la apuesta es nuestra salud, nuestra economía, nuestros ecosistemas y nuestros hijos».*

* * *

La incorporación de las consideraciones que acaban de exponerse de los distintos organismos supranacionales (bastante coincidentes, por cierto) a los procesos de planificación, programación y realización de infraestructuras en nuestro país, así como acerca del análisis de la gestión, normativa e instituciones, se presenta, cuando menos, difícil. Pero no cabe duda que su consideración adecuada en las planificaciones nacionales hidráulicas y de regadíos permitiría avanzar más deprisa y por las mejores vías, evitando las dificultades que se están presentando actualmente y que inexorablemente se plantearán con más fuerza aún en los próximos años.

6. Conclusión

Hasta la última década, las convicciones sociales y técnicas dominantes ligaban el creciente uso de los recursos hidráulicos al desarrollo y la calidad de vida; el objetivo de la política hidráulica se centraba fundamentalmente en la construcción de las infraestructuras necesarias para satisfacer demandas crecientes para el abastecimiento urbano e industrial, la producción de alimentos o la generación de energía eléctrica; cuando la capacidad de asimilación de los vertidos por el medio natural se veía sobrepasada, se recurría a construir otras infraestructuras necesarias para la restauración de la

calidad del recurso. Todo ello conduce en un número creciente de casos a la clásica espiral en que los problemas se producen a mayor velocidad que la construcción de infraestructuras, con los consiguientes déficit de suministros y degradación ambiental del entorno del agua.

A medida que ha ido creciendo la presión sobre los recursos de agua y su medio –en aprovechamientos, en vertidos contaminantes, en cambios del uso del suelo– la sociedad ha tomado conciencia de hallarse ante una situación que comienza a llegar al límite de sus posibilidades en muchas áreas. Las disponibilidades para el abastecimiento, la producción de alimentos y la generación de energía no garantizan las crecientes demandas; los ríos y su entorno se degradan; los acuíferos se ven amenazados por sobreexplotación, salinización y contaminación; las zonas húmedas se desecan; el territorio se desertiza. De modo creciente surgen disputas y conflictos sociopolíticos alrededor del agua en los ámbitos local, regional, nacional e internacional.

La sociedad, los gobiernos y los organismos internacionales perciben claramente que la conservación del agua y del medio natural asociado al recurso, constituyen problemas cruciales que habrá que afrontar en los próximos años. En diversos foros internacionales (OCDE, Cumbre de Río de Janeiro, Asociación Internacional de Abastecimiento de Agua, Comunidad Europea, Banco Mundial, etc.) se están formulando nuevos enfoques y criterios para la elaboración y el desarrollo de las políticas de gestión del agua y de la planificación hidrológica.

Los principios y criterios inspiradores en síntesis son: la conservación del agua y el uso sostenible de los recursos; la gestión integrada de la demanda y de la oferta; la consideración global de la cantidad y calidad de las distintas fases del ciclo hidrológico junto al suelo y a la atmósfera; la precaución y la acción preventiva; la subsidiaridad y la responsabilidad compartida; la armonización e integración de las diversas políticas en relación con el recurso; el establecimiento de instrumentos económicos y financieros adecuados; la formación de capacidades; la información pública; la investigación y el desarrollo aplicado.

Las nuevas ideas van más allá de un mero debate de infraestructuras y comprenden aspectos de uso eficiente y mejoras de la explotación, de conservación ambiental, de participación social, de organización institucional, de normativa y de instrumentos financieros.

Se trata de enfoques ambiciosos que superen la mera gestión técnica de lo evidente, recuperando el discurso de la complejidad; plantean escenarios y soluciones alternativas, que tengan en cuenta la incertidumbre de los recursos y la flexibilidad de los sistemas hidráulicos; evitan las tentaciones de pensamiento único, incorporando puntos de vista de los movimientos transversales; no pierden de vista lo que las sociedades consideran razonable en el marco de austeridad técnica y económica; no caen en economicismos de laboratorio que no atiendan a exigencias y costes sociales.

El debate que con motivo de la elaboración de los distintos planes hidrológicos, de regadíos, energéticos o territoriales, se seguirá produciendo en los próximos años, es una magnífica oportunidad para proceder a un replanteamiento de los problemas y sus posibles soluciones, considerando las posibilidades reales actuales y los escenarios futuros de demanda, teniendo en cuenta los aspectos productivos, sociales y medioambientales. Un replanteamiento que contemple las organizaciones institucional y participativa, la estructura competencial y la prestación de servicios, la tradición legislativa y las nuevas exigencias sociales, los instrumentos económicos y la financiación de las infraestructuras, las pautas sociales y culturales, sin olvidar los aspectos paisajísticos, recreativos y educativos. En definitiva, las directrices de la política hidráulica para las próximas décadas en línea con «lo que pasa en el mundo y en la calle».

Bibliografía

AGUILERA, F. (1992), *Economía del Agua*, Serie Estudios, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1992.

AGUILERA, F. (1995), «Instituciones e instrumentos útiles para mejorar la gestión del agua», Seminario «La economía del agua en España», Sevilla: Fundación Argentaria, noviembre 1995.

Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento (1995), *El suministro de agua potable en España (1992)*, Publicación de la citada Asociación.

BEARD, D. P. (1994), *Remarks of Daniel P. Beard, Commissioner U.S. Bureau of Reclamation before the Inernational Comissión on large dam*, South Africa: Durban, noviembre 1994.

BROWN, L. R. (1995), «Los límites de la naturaleza», en *La situación en el mundo 1995*, Informe del Worldwatch Institute, Emecé editores.

BUNTLAND, G. H. (1987), *Nuestro futuro común*, Comisión Mundial del medio ambiente y del desarrollo, Alianza Editorial.

CAIRNCROSS, F. (1993), *Las cuentas de la Tierra*, Acento Editorial, 1993.

CASTRO, J. de (1995), «Acciones sobre la demanda urbana», Seminario sobre «El desequilibrio hídrico en España», Santander: Universidad Internacional Menéndez y Pelayo, agosto 1995.

FERNÁNDEZ PÉREZ, D. (1995), *Gestión del agua urbana*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1995.

GUNDERMANN, H. (1993), «An estimate of the future demand for water in a region. Forecasting techniques», en *La Economía del Agua*, Sociedad General de Aguas de Barcelona, 1993.

HENRY, C. (1989), *Investment Proyects and Natural Resources*, National Water Authority, 1990.

HOWITT, R. E. (1993), «Resolving confliciting water demands: a market approach», en *La Economía del Agua*, Sociedad General de Aguas de Barcelona, 1993.

Instituto Nacional de Meteorología (1995), «Programa Nacional sobre el Clima», Documento de trabajo n.º 5. MOPTMA, 1995.

JOVÉ, J. Ll. (1993), «Finançament de les grans infraestructures del cicle integral de l'aïgua», Simposio *La Economía del Agua*, Sociedad General de Aguas de Barcelona, 1993.

LÓPEZ-CAMACHO, B. (1982), «Aspectos económicos del aprovechamiento de las aguas superficiales y subterráneas a la provincia de Madrid», en *El Agua en la Región*, Diputación de Madrid, Monografías n.º 2. 1982.

MARIÑO, M. A. (1993), «Water in agriculture: options and proposals for a better use», en *La Economía del Agua*, Sociedad General de Aguas de Barcelona, 1993.

MENDAÑA, F. (1995), «El ocaso del Bureau of Reclamation de los EE.UU. de América», *Revista de Obras Públicas*, n.º 3346, sept. 1995.

MARTÍN MENDILUCE, J. M., y GIL EGEA, J. M. (1990), «La infraestructura hidráulica española. Consideraciones sobre su desarrollo en los próximos veinte años (1990-2010)», en *Las infraestructuras en España: carencia y soluciones*, Instituto de Estudios Económicos.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes (1995), «Plan Hidrológico Nacional. Memoria».

Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente y Ministerio de Industria (1994), *Libro Blanco de las Aguas Subterráneas*, Centro de Publicaciones, MOPTMA,

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1995), *Avance del Plan Nacional de Regadíos*, octubre 1995.

NAREDO, J. M., y GASCÓ, J. M. (1994), *Las cuentas del Agua en España. Informe de síntesis*, Dirección General de Calidad de las Aguas, MOPTMA.

NAREDO, J. M. (1995), «Problemática de la economía del agua en España», Seminario «La economía del Agua en España», Sevilla: Fundación Argentaria, noviembre 1995.

Organización Meteorológica Mundial (1991), *Informe sobre la evaluación de impactos*, OMM-PNUMA.

PIERA, A. (1995), «¿Tiene precio el agua?», Encuentro «Sequía: ¿un camino hacia el desierto?», El Escorial: Instituto Universitario Euroforum, diciembre 1995.

POSTEL, S. (1993), *El último oasis. Como afrontar la escasez de agua*, Ediciones Apóstrofe.

RODRÍGUEZ FONTAL, A. (1995), «La sequía y la situación actual de la reserva hidráulica en España peninsular», Curso sobre las sequías en España, Dirección General de Obras Hidráulicas y CEDEX, diciembre 1995.

ROGERS, P. (1987), «Assessment of water resources: technology for supply», en D. J. Mclaren y B. J. Skinner, (eds.) *Resources and World Development*, John Wiley and Sons.

SÁNCHEZ GONZÁLEZ (1993), «Evaluación de la demanda», en Andreu J. (edi.), *Conceptos y métodos para la planificación hidrológica*, Barcelona: Centro Internacional de Métodos numéricos en Ingeniería, 1993.

SHIKLOMANOV, I. A. (1993), «World fresh water resources», en P. H. Gleick (ed.) *Water in crisis*, Oxford University Press.

WILLEY, Z. (1985), *Economic Development and Environmental Quality*, California: Department of Water Resources, 1986.

World Resources Institute (1992), *World Resources 1992.93: A Guide to the Global Environment*, Nueva York: Oxford University Press.

WUBBENA, R. L. (1995), *How to reduce conflict in water management: employ new resources or change exiting habits?*, International Water Supply Association, septiembre 1995.

LA CALIDAD EN LA ECONOMÍA DEL AGUA

José María Gascó y Antonio Saa
Universidad Politécnica de Madrid.

Resumen

La *calidad* de las aguas es un *concepto plural*, tanto por la composición como por los usos: urbano, ambiental, industrial y agrario. La composición, que define la *prepotabilidad* de un agua, depende de su origen natural: lluvia, escorrentía o filtración subterránea. Las obras de regulación afectan a la calidad del agua, pero lo que más la deteriora es el uso que eutrofiza y contamina el entorno humano. La *calidad ambiental* exige una composición y un caudal que permitan la vida de las especies acuáticas indicadoras.

Desde la perspectiva del *sistema de recurso*, que incluye las obras y la gestión pública, para poner el agua a disposición de los usuarios del *sistema de utilización,* tres aspectos se han considerado: la salinidad, la hidroelectricidad y la calidad ambiental en los tramos de los ríos, cuya unidad de medida es el *kilómetro normalizado de cauce Km.cn*, equivalente a una unidad del producto de la longitud del cauce en kilómetros por el caudal en metros cúbicos por segundo.

Los datos medios de veinte años de muestreo en más de trescientas estaciones de aforo revelan que un *63% es prepotable* y un *37% salobre*; las aguas salobres, además de no ser prepotables, tienen un alto riesgo de salinización de los suelos de regadío. La altitud y la regulación en cabecera favorecen el aprovechamiento hidroeléctrico, aunque el principio de *sucesión de usos* no se puede cumplir a causa del desacoplamiento temporal con los regadíos estacionales. Respecto a la calidad ambiental, el *59%* de los kilómetros normalizados de los ríos tiene agua dulce y el *41%* salobre; el grado de eutrofización es alto en los regadíos intensivos y bajo en los secanos; la contaminación orgánica aumenta en las proximidades de los núcleos urbanos; y la contaminación mineral, por ejemplo, por metales pesados, se presenta en las zonas industriales. El conjunto de datos describe una situación ambiental insatisfactoria.

La depuración y la desalinización deben abordarse sin reticencias porque no sólo mejoran el ambiente acuícola y el entorno humano, sino que también sirven para aumentar el agua disponible en cantidad y calidad.

Introducción

La *calidad* de las aguas es un concepto *plural*, tanto por su composición y propiedades como por sus posibles usos y consumos: humano, urbano, ambiental, industrial y agrario. Por un lado, cabe distinguir entre calidad de las aguas en la naturaleza, o *calidad ecológica*, y calidad de las aguas en el entorno humano, o *calidad ambiental*; es claro que, en la actualidad y dado el grado de intervención humana, es preferible hablar de calidad ambiental, la cual se define con parámetros de composición y propiedades y con parámetros hidrográficos, como el régimen de caudales. La vida de las especies indicadoras en los ecosistemas acuáticos es el mejor índice de su calidad ambiental. En el sistema de utilización, por otro lado, cada uso tiene exigencias en cuanto a la composición y las propiedades que definen la calidad de un agua concreta respecto a un empleo determinado.

La calidad *natural o ecológica* de las aguas depende de su origen: ombrogénico o de lluvia, soligénico o de escorrentía superficial y subcutánea, y litogénico o de filtración subterránea. La composición de un agua, que varía según sea el camino recorrido, sirve para definir aspectos como la *prepotabilidad* para el consumo humano y el riesgo de *salinización* de los suelos de regadío. Para ser apta para el consumo humano, un agua prepotable requiere tratamientos sencillos, como la sedimentación, la filtración y la cloración; a diferencia de una salobre, que requiere tratamientos más costosos, como la desalinización, o que debe ser mezclada con otras más diluidas para obtener un agua bebible.

La *calidad ambiental* de las aguas depende de los procesos de eutrofización, contaminación y depuración. La *eutrofización* es el aumento de nutrientes, como el nitrógeno, el fósforo, el potasio y las materias orgánicas, de manera que la actividad biológica se intensifica y el consumo del oxígeno disuelto crea condiciones de anaerobiosis en el seno del agua, que termina por ser un medio reductor e irrespirable. La *contaminación* puede ser mineral, orgánica y biológica, según se trate de sustancias tóxicas o nocivas como los metales pesados, los pesticidas y los coliformes fecales. La *depuración* se lleva a cabo mediante procesos físicos, químicos y biológicos para alcanzar niveles contaminantes inferiores a los valores preestablecidos por las autoridades sanitarias y ambientales.

Las *cuentas del agua en cantidad y calidad* se han abordado desde la perspectiva del *sistema de recurso*, cuya gestión, por tratarse de un factor limitante, es de responsabilidad pública. El sistema de recurso incluye no

sólo al natural, sino también al modificado por las obras de ingeniería hidráulica que lo regulan temporalmente mediante embalses y espacialmente mediante trasvases. El desarrollo del sistema de recurso trata de disminuir la hostilidad de las avenidas e inundaciones y aumentar la disponibilidad para los usuarios del *sistema de utilización*, donde el *producto agua* tiene, o debe tener, un precio de mercado.

Las cuentas del agua en calidad, desde la perspectiva del sistema de recurso, incluyen tres aspectos: *la salinidad*, que define la prepotabilidad respecto al consumo humano y el riesgo de salinización de los suelos en regadío; *la hidroelectricidad*, que depende de la altitud y el caudal; y la *calidad ambiental*, asociada a los tramos de los ríos, los cuales se miden con la unidad del *kilómetro normalizado de cauce Km.cn*, que consiste en un trozo de tramo de magnitud equivalente a un kilómetro de longitud con un caudal de un metro cúbico por segundo.

El sistema natural

La ombrogénesis, la soligénesis y la litogénesis determinan la cantidad y la calidad del agua natural.

El agua que se precipita sobre la tierra, en parte es retenida por el suelo, siendo consumida por la evaporación directa y la transpiración de la vegetación; otra parte escurre por la superficie terrestre, con la rapidez que determina la pendiente del terreno y la ausencia de obstáculos, por ejemplo, los que introduce la práctica agrícola conservacionista, o se desplaza subcutáneamente, con la lentitud que determina la permeabilidad de los horizontes del suelo y sus contactos; y el resto se infiltra en profundidad para formar los acuíferos subterráneos, desde donde emerge en muchos casos a causa de los cortes ocasionados por el encajamiento de la red fluvial.

Es claro que las aguas ombrogénicas son más diluidas y, en el transcurso de su recorrido, disuelven las sales y se mineralizan; consecuentemente, las aguas soligénicas y las litogénicas suelen ser soluciones más concentradas, presentando distintas composiciones iónicas; las soligénicas contienen los iones en las proporciones de los organismos vivos vegetales a causa del ciclo biogeoquímico de nutrientes, mientras que las litogénicas son casi siempre *aguas minerales* con desequilibrio bionutritivo. *La dilución y las proporciones iónicas relativas determinan el mayor interés de las aguas superficiales respecto al consumo humano y agrícola.*

La simple observación de la distribución geográfica de las aguas superficiales *(cuadro 1)*, según las calidades dependientes del contenido salino, que es estimado por la conductividad eléctrica, expresada en decisiemens por metro a 25°C, *dS/m a 25°C*, revela la mejor calidad de las aguas de las

cuencas del norte de España frente a las del sur, que son de peor calidad. Los datos medios de las 317 estaciones de aforo muestreadas y analizadas durante veinte años, revelan que un *63% (C1 + C2)* son aguas *prepotables* y un *37% (C3 + C4)* son *salobres*, aunque algunas de éstas se pueden consumir ocasionalmente.

Cuadro 1

CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES
SEGÚN SU SALINIDAD
Datos analíticos medios del muestreo en 317 estaciones de aforo
durante veinte años (1972-1992)

Clases dSlm a 25°C	*C1* < *0,25*	*C2* *0,25-0,75*	*C3* *0,75-2,25*	*C4* > *2,25*
Cuenca Norte	20	8		
Duero	18	18		
Tajo	14	17	11	
Guadiana	3	18	11	4
Guadalquivir	3	8	13	1
Sur	3	9	4	1
Segura		3	7	2
Júcar		3	21	
Ebro	4	33	26	2
Pirineo Oriental	1	17	13	1
Número total	66	134	106	11
Porcentaje (%)	21	42	33	4

Prepotables y aptas para el riego: C1 + C2 = 63%.
Salobres y con riesgo de salinizar los suelos regados: C3 + C4.
Fuentes: Elaboración de Gascó y Saa a partir de los datos del MOPTMA (en Naredo y Gascó, 1994).

La *hidroelectricidad* se ha calculado a partir del caudal medio de cada río y la altitud media de su cauce, obteniéndose la *potencia hidráulica media Phm en Mw (cuadro 2)*. Para tener una idea comparativa con la salinidad, se ha calculado la *potencia osmótica media Pom Mw* del agua salobre por diferencia con la del agua del mar. Ambas, la potencia hidráulica y la osmótica, se obtienen de esta manera en unidades homogéneas y sumables. Los resultados evidencian la mejor calidad de los ríos de las cuencas del Norte a causa de su mayor caudal y menor salinidad. Es claro que el aprovechamiento hidroeléctrico no puede satisfacer al *principio de la sucesión de los usos*, ya que el clima mediterráneo de la mayor parte de la penín-

sula ibérica y el semiárido del sureste determinan unas necesidades de los cultivos que se acentúan en las estaciones secas y cálidas. Los resultados osmóticos sugieren que la *desalinización de las aguas salobres puede contribuir de manera muy notable al desarrollo del recurso.*

Cuadro 2

POTENCIA MEDIA HIDRÁULICA, OSMÓTICA Y TOTAL EN Mw

	Phm	*Pom*	*Ptm*
Cuenca Norte	2.589	1.429	4.019
Duero	3.157	686	3.843
Tajo	1.022	287	1.309
Guadiana	551	255	806
Guadalquivir	421	222	644
Sur	102	256	358
Segura	65	30	95
Júcar	339	122	46
Ebro	1.912	644	2.556
Pirineo Oriental	178	99	277

Fuente: Elaboración de Gascó y Saa a partir de los datos del MOPTMA (en Naredo y Gascó, 1994).

La potencia hidroeléctrica es la que teóricamente podría obtenerse en cada cuenca situando el caudal medio en la altitud media respecto al mar. La potencia osmótica es la que podría obtenerse teóricamente al poner en contacto el agua del río con la del mar mediante una membrana semipermeable que deja pasar el agua pero no los solutos. Para tener idea de la potencia de *desalinización* hay que cambiar el nivel de referencia desde el agua del mar hasta situarlo en el agua destilada, resultando que el agua del *cuadro 2* con mayor potencia osmótica es la que menos potencia de desalinización necesita; *lo que revela que las aguas de las cuencas del norte son más diluidas y de mejor calidad para el consumo humano y el regadío.*

Calidad ambiental

Para contabilizar la calidad ambiental se ha realizado la división de los ríos en tramos de acuerdo con la longitud de los cauces en kilómetros y el caudal en metros cúbicos por segundo, empleando para la medida el *kilómetro normalizado de caude Km.cn*, que es equivalente a una unidad del

producto de ambas magnitudes. Los cauces se han dividido de acuerdo con los *Km.cn* de cada clase de salinidad *C1, C2, C3 y C4 (cuadro 3).*

Cuadro 3

SÍNTESIS DE LAS CUENTAS DE CALIDAD EN KILÓMETROS NORMALIZADOS DE CAUCE EN Km.cn, QUE EQUIVALEN A UNIDADES DEL PRODUCTO DE LA LONGITUD DE CAUCE EN KILÓMETROS POR EL CAUDAL EN METROS CÚBICOS POR SEGUNDO

Clases dS/m a 25°C	*C1 < 0,25*	*C2 0,25-0,75*	*C3 0,75-2,25*	*C4 > 2,25*
Cuenca Norte	72.353	7.869	464	0
Duero	49.209	53.908	1.112	0
Ebro	7.133	33.293	105.957	30
Tajo	167	1.035	18.508	516
Guadiana	171	4.503	4.837	1.050
Guadalquivir	631	3.052	18.437	3.396
Sur	79	627	667	509
Segura	182	1.856	1.636	420
Júcar	51	1.323	5.036	2.337
Pirineo Oriental	56	1.167	2.167	1.018
Total	130.032	108.633	158.821	9.276
Porcentaje (%)	32	27	39	2

Prepotables: C1 + C2 = 59%.
Salobres: C3 + C4 = 41%.
Fuentes: Elaboración de Gascó y Saa a partir de los datos del MOPTMA (en Naredo y Gascó, 1994).

El alto porcentaje de aguas salobres (C3 + C4 = 41%), expresa claramente que las aguas de muchos ríos necesitan *ser desalinizadas* para su potabilización y, en el caso de ser utilizadas para el riego, es preciso establecer una red de *saneamiento y drenaje* para hacer el balance de sales que evite la paulatina pérdida de la capacidad productiva de los suelos. Afortunadamente, la mayor abundancia corresponde a la clase *C3* en casi todas las cuencas, salvo en la cuenca Norte, lo que sugiere el desarrollo de tecnologías de bajo coste, por ejemplo, de *ósmosis inversa.* La dispersión de las calidades sugiere que los estudios de localización de las desalinizadoras se haga con arreglo a las características de las aguas y de la red hidrográfica, ya que, dada la influencia soligénica y litogénica, en muchos casos se pueden alcanzar buenos resultados con *obras hidráulicas que eviten la mezcla de aguas de buena calidad con otras de mala calidad.*

El desarrollo del recurso, que posibilite las utilizaciones sucesivas, exige que los retornos y los vertidos desde el sistema de utilización no contengan nutrientes que eutroficen las aguas ni contaminantes físicos, químicos o biológicos. La *eutrofización* agraria es difusa, lo que exige que se apliquen técnicas de restauración hidrológica; por ejemplo, con cultivos de algas extractoras y filtros verdes, combinados con los avances en la tecnología de la fertilización racional de los suelos, para evitar la pérdida de nutrientes en las aguas de filtración, drenaje y escorrentía. La *contaminación* química y biológica, que se localiza principalmente en las proximidades de las zonas urbanas e industriales, exige que las aguas sean depuradas antes de ser vertidas.

Los análisis de las aguas revelan que, dada la frecuencia y el grado de contaminación de las aguas, *la situación ambiental es insatisfactoria* en la actualidad. Sobran ejemplos de eutrofización por nutrientes y contaminación por pesticidas en los retornos de los regadíos intensivos y también son numerosos los casos de contaminación por metales pesados en las aguas de las zonas industriales; pero lo que más alarma es el grado de contaminación orgánica y biológica en las aguas procedentes de las áreas urbanas. La demanda biológica de oxígeno es alta en muchos casos y la media de coliformes totales es excesiva en la práctica totalidad de las cuencas.

Conclusiones

Las cuentas de calidad revelan que un 63% de las aguas superficiales son prepotables y un 37% salobre. Las salobres se distribuyen espacialmente ocupando un 41% de la red hidrográfica. Esta realidad sugiere el empleo de la *desalinización* de las aguas salobres con tecnologías de bajo coste, por ejemplo, la ósmosis inversa. Es claro que los problemas de abastecimiento urbano son solucionables de esta manera en casi todo el territorio de España. En muchos casos, dada la dependencia soligénica y litogénica de la composición de las aguas, las obras hidráulicas que eviten la *mezcla de aguas* de diferente calidad pueden ser suficientes para resolver el problema del abastecimiento urbano.

El *riego* con aguas salobres saliniza el suelo y su productividad disminuye progresivamente. Para evitarlo se ha de hacer el *balance de sales*, de manera que la cantidad aportada en el agua de riego sea desplazada en las aguas de saneamiento y drenaje. Las redes de riego y drenaje posibilitan en muchos casos el control de la calidad del abastecimiento y el retorno, no sólo en cuanto a la salinidad, sino también en lo referente a la eutrofización y la contaminación.

El grado de eutrofización de las aguas puede disminuir si se avanza en las técnicas de *fertilización racional* encaminadas a evitar las pérdidas de

nutrientes; lo mismo que puede disminuir la contaminación por pesticidas agroquímicos si se aumenta el *control* de sus aplicaciones y la *vigilancia analítica* de los retornos.

El grado de contaminación por metales pesados puede disminuir drásticamente con la *recogida selectiva* en las ciudades y, sobre todo, evitando los vertidos «accidentales» de las industrias. El grado de contaminación orgánica y biológica se puede paliar con la *depuración* primaria, secundaria y terciaria.

En todo caso, la determinación del *poder contaminante* de cada efluente vertido es una exigencia ineludible de la buena gestión, con objeto de saber el grado de aportación de cada foco contaminante y establecer las cargas a soportar en cuanto a la depuración de las aguas.

Estas conclusiones evidencian algunas alternativas que, basadas en el *principio de sucesión de los usos,* son sugerentes y difieren de los plantemientos en «corto circuito» de los grandes trasvases. También cuestionan la más que dudosa solución del consumo humano con las aguas subterráneas, tanto por su composición como por los recursos disponibles, dado el grado de mineralización y la sobreexplotación que se ha detectado en muchos acuíferos.

Bibliografía

ÁLVAREZ, M., y CABRERA, F. (1995), *La calidad de las aguas continentales españolas: estado actual e investigación*, Logroño: Ed. Geoforma, 303 pp.

AYERS, R. S., y WESTCOT, D. W. (1987), *La calidad del agua para la agricultura*, Roma: Estudio Riego y Drenaje 29, FAO, 174 pp.

ARTHAUT, R., y DUPORT, L. (1986), *Recherche de modalités standard d'appreciation de la qualité des eaux superficielles*, en CICPN-INSEE, pp. 415-421.

CICPN-INSEE (1986), *Les comptes du patrimoine naturel*, París: Commission Interministerielle des Comptes du Patrimoine Naturel CICPN, Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques INSEE, 542 pp.

Club del Agua (1995), «Declaración de Madrid sobre las aguas subterráneas», Madrid: Club del Agua, 5 pp.

DGCA (1995), *Sistema automático de Información de Calidad de las Aguas SAICA*, Dirección General de la Calidad de las Aguas DGCA, Ministerio de Obras Publicas, Transportes y Medio Ambiente MOPTMA.

DGOH, *Red de Control de la Calidad de las Aguas COCA: Resultados analíticos*, Dirección General de Obras Hidráulicas DGOH del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo MOPU.

GARCÍA-GÓMEZ, J. (1979), «La contaminación de las aguas de la huerta de Valencia», Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, 538 pp.

IGME (1985), *Calidad y control de las aguas subterráneas en España. Informe de síntesis*, Instituto Geológico y Minero de España IGME.

ITGME (1991), *Contenido en nitratos de las aguas subterráneas. Distribución espacial y evolución temporal*, Instituto Tecnológico Geominero de España ITGME.

ITGME (1992), *Estudio del nivel de contaminación de los abastecimientos urbanos*, Instituto Tecnológico Geominero de España ITGME.

ITGME (1993), *Los plaguicidas y las aguas subterráneas*, Instituto Tecnológico Geominero de España ITGME.

LÓPEZ-CAMACHO, B. (1995), «Las aguas subterráneas en los abastecimientos españoles. El aprovechamiento en la Comunidad de Madrid». *Revista de Obras Públicas*, n.º 3345, pp. 23-41, Madrid.

MARGAT, J. (1986), «Methodes de la comptabilisation de l'eau en qualite(s)», pp. 354-414, en CICPN-INSEE.

MINER-MOPTMA (1994), *Libro blanco de las aguas subterráneas*, Ministerio de Industria y Energía MINER y Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente MOPTMA, Madrid, 135 pp.

MOPT (1991), «Situación de la contaminación por nitratos de las aguas subterráneas», Ministerio de Obras Públicas y Transportes MOPT, *Informaciones y Estudios*, n.º 53, Madrid.

MOPTMA (1993), *Inventario nacional de suelos contaminados*, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente MOPTMA.

MOPTMA (1995), *Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales 1995-2005*, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiene MOPTMA.

NAREDO, J. M., y GASCÓ, J. M.ª (1994), «Spanish water accounts», en OCDE, ENV/EPOC/SE/A(94)2 (1994), *Environnmental accounting for decision-making*, París: Organisation for Economic Cooperation and Development OECD.

OECD, ENV/EPOC/SE/A(94)2 (1994), *Environmental accounting for decision-making*, París: Organisation for Economic Cooperation and Development OECD, Environment Directorate ENV, Environment Policy Committee EPOC, Group on the State of the Environment SE, Economics Department.

RICHARDS, L. A. (1973), *Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos*, México: Ed. Limusa, 6.ª ed., 172 pp.

RUIZ, J. M. (1993), «La situación de los recursos en España. 1992», pp. 385-445, en L. R. Brown (1993), *La situación en el mundo. 1993*, un informe del Worldwatch Instituto sobre Desarrollo y Medio Ambiente, Madrid, 466 pp.

WEBER, J. L. (1986), «Le patrimoine naturel», pp. 33-62, en CICPN-INSEE (1986), *Les comptes du Patrimoine Naturel*, París: INSEE, 542 pp.

INSTITUCIONES E INSTRUMENTOS ÚTILES PARA MEJORAR LA GESTIÓN DEL AGUA

Federico Aguilera
Universidad de La Laguna, Tenerife

Introducción

En este trabajo pretendo proporcionar un esbozo de las posibilidades que ofrece un enfoque institucional para la mejora en la gestión del agua. Así pues, tras señalar brevemente por qué considero que la economía es una actividad institucionalizada mostrando cómo esto condiciona cuáles son las preguntas que un economista debe plantearse para intentar una comprensión más amplia de la economía, estudio las respuestas que se han proporcionado para gestionar el agua en tres contextos diferentes: Arizona, Israel y California. Dicho de otra manera, estudio los distintos marcos institucionales que se aprueban en cada uno de los ejemplos citados, viéndolos como la expresión de unos objetivos que expresan un importante conflicto de intereses y que, por tanto, representan la aceptación –o la imposición– de unos valores sobre qué noción de agua es más acorde con esos objetivos, cómo se van evaluar los costes y beneficios de los mismos y sobre quién van a recaer. No se trata, pues, de proporcionar un recetario de medidas económicas, sino de enmarcar las soluciones en un contexto cultural, social y político.

1. La economía como actividad institucionalizada

La economía, con independencia de la definición que le demos, es una actividad institucionalizada (Polanyi, 1976). Esto quiere decir que, habitualmente, las actividades económicas, entendidas como actividades insertas en un contexto social y cultural, tienen lugar bajo un marco legal o institucional, es decir, bajo un entramado institucional en continua evolución al que denominamos normas, leyes, acuerdos o reglas colectivas que establecen los estándares aceptables del comportamiento individual y del

grupo. Como exponía acertadamente Pigou, «... los móviles económicos no operan en el vacío; discurren sobre carriles cuidadosamente dispuestos por la ley; ... la mano invisible de Adam Smith no es un deus ex machina con precedencia sobre las instituciones políticas; al contrario, funciona –para bien o para mal– sólo gracias a que esas instituciones han sido creadas –quizá para defender los intereses de una clase o grupo dominante, quizá para el bien general– con objeto de controlar y dirigir sus movimientos» (Pigou, 1974, 168-169). En un sentido más amplio, se puede decir que una institución es «... un sistema de decisión social que proporciona reglas de decisión para ajustar y acomodar, a lo largo del tiempo, las demandas en conflicto de los diferentes grupos de interés en una sociedad» (Ciriacy-Wantrup, 1969). Así pues, estas reglas o normas cumplen el papel de definir las oportunidades o posibilidades de acceder a –o cargar con– los flujos de costes y de beneficios de las actividades económicas, entendidas estas últimas en un sentido amplio. En otras palabras, el marco institucional especifica cuál es el comportamiento aceptable, es decir, señala qué es lo que se puede hacer y qué es lo que no se puede hacer. Así, en el caso de una empresa, el marco institucional es el que determina qué es un coste, qué debe ser entendido por tal y sobre quién debe recaer el mismo (Mishan, 1971), algo que resulta especialmente claro en relación con las cuestiones ambientales y laborales.

Por eso tiene razón Coase cuando –cuestionando algunos de los supuestos, que él mismo calificaba de irreales, así como de los resultados derivados de los mismos que se concretaban en lo que se ha dado en llamar el teorema de Coase– afirma que «Para los economistas, tiene poco sentido discutir los procesos de intercambio sin especificar el marco institucional bajo el cual tienen lugar los intercambios, puesto que dicho marco afecta a los incentivos para producir y a los costes de transacción» (Coase, 1992, 718). Algo que hace ya mucho tiempo pusieron de manifiesto Mishan (1971 a) y Bromley (1978) al aclarar que podemos encontrar tantos resultados óptimos o ideales como diferentes asignaciones de derechos de propiedad y de uso de los recursos quepa imaginar. Esto es así puesto que cada una de estas asignaciones define, en suma, quién recibe los beneficios y quién carga con los costes.

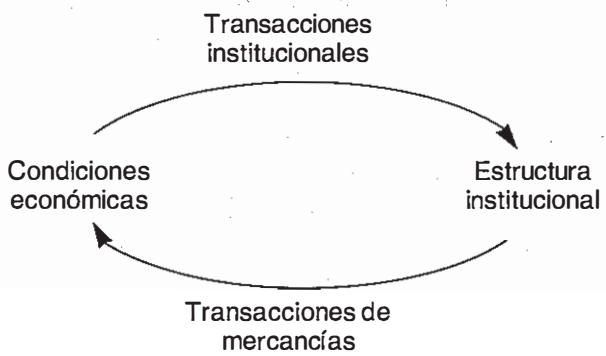
Lo anterior presenta algunas implicaciones que considero muy importante destacar antes de profundizar en el tema del agua:

1. La primera se refiere a la redefinición del campo de la economía. En efecto, aceptando, de acuerdo con lo anterior, que la economía presenta una interrelación tan estrecha con el marco institucional, tendremos que reconocer que si realmente estamos tratando de entender de economía de manera adecuada, los economistas deberemos estudiar tanto el campo de las transacciones de mercancías y servicios como el campo de las transacciones institucionales o reglas de juego –que delimita y condiciona al

primero–. No estoy diciendo que la economía absorba al marco institucional –intentando explicar las transacciones institucionales en función de un estricto razonamiento basado, por ejemplo, en el análisis coste-beneficio, como si dichas transacciones fuesen mercancías–. Muy al contrario, lo que intento decir es que la economía o lo llamado económico, además de estudiar las transacciones de mercancías, también debe estudiar la definición y la delimitación de los conjuntos de elecciones de los individuos y de los grupos. Conjuntos que están siendo continuamente definidos y modificados por las transacciones institucionales, como intenta expresar el gráfico 1.1. Tomando, por ejemplo, el caso de los mercados, dada la importancia que le concedemos a los mercados en la economía actual, parece obvio desde esta perspectiva que «... el economista debe ser capaz de ver los mercados como manifestaciones de los fundamentos legales de la economía y la economía se verá entonces no sólo como el estudio de los procesos de intercambio definidos por esos fundamentos, sino también como el estudio de esos mismos fundamentos» (Bromley, 1989, 49).

Gráfico 1.1

TRANSACCIONES INSTITUCIONALES Y DE MERCANCÍAS
(BROMLEY, 1989)



2. La segunda se refiere a la necesidad de estudiar y comprender las causas que explican el cambio institucional. En efecto, la anterior redefinición de la economía sugiere que los problemas económicos pueden considerarse como «... ejemplos de ruptura, debilidad, desorden, discriminación u obsolescencia en el resultado de las funciones de las instituciones económicas (de ahí) que la solución a los problemas deba tomar la forma de un ajuste institucional, es decir, de la modificación de aquellas instituciones (o partes de ellas) que son causalmente responsables del deterioro en la

producción y distribucion de la renta real» (Tool, 1977, 837). Ahora bien, ¿cuales serían las causas que explican el cambio institucional, es decir, ¿cuales serían las fuerzas que impulsan dicho cambio?

Se puede decir, de manera muy resumida y sin ánimo de ser exhaustivo, que, al menos, se pueden señalar tres tipos de explicaciones. La primera procede de Pound, un jurista que fue decano de la Facultad de Derecho de la Universidad de Harvard y para quien los intereses económicos de los grandes grupos empresariales son el motor del cambio institucional. Más concretamente, dice este autor, «No puede examinarse la legislación del siglo pasado sin percibir que la presión organizada de los grupos con un interés económico común es la única explicación que puede darse a muchas de las disposiciones de la colección legislativa» (Pound, 1950, 150). La segunda procede de Coase (1960) y centra su atención en la comparación entre los beneficios y los costes del cambio institucional, es decir, sólo se llevará a cabo una reasignación de los derechos de propiedad cuando los beneficios de la misma superen a los costes de transacción. De hecho es Demsetz, siguiendo a Coase, el que afirma: «Mi tesis es que tiene lugar la aparición de nuevos derechos de propiedad en respuesta a los deseos de las personas implicadas en el ajuste a nuevas posibilidades de beneficio-coste» (Demsetz, 1980, 60-61). El problema es que este razonamiento es tautológico, pues ignora que los costes de transacción –costes bajo los que se escuda la imposibilidad de cambio institucional, vienen definidos por el marco institucional vigente, es decir, por los intereses a los que favorece el mantenimiento del *status quo,* como veremos más adelante. La tercera es la propuesta por Ciriacy-Wantrup (1969) y retomada por Bromley (1989). Para el primero de estos dos economistas, un cambio en las demandas o exigencias por parte de un grupo de interés, raramente tiene como resultado un cambio en las instituciones. Todo depende del peso relativo de los grupos de interés desde los que emanan las demandas. Por eso, el lugar donde se encuentran estas demandas en conflicto y donde se determina el peso relativo de los grupos de interés es la arena política y no el mercado. En cuanto a Bromley, siguiendo a Ciriacy-Wantrup, reconoce que ya que el cambio institucional constituye la razón de ser de la política pública, parece apropiado considerar el proceso político en un sentido amplio, distinguiendo tres niveles que son pertinentes para ese proceso: el nivel de la política, el nivel organizativo y el nivel operacional.

El nivel de la política, en democracia, está representado por los poderes legislativo y judicial, mientras que el nivel organizativo está representado por el ejecutivo. En el nivel de la política se debaten y formulan, en última instancia, las expresiones generales sobre el tipo de mundo en el que queremos vivir, pero la puesta en práctica de esas aspiraciones se lleva a cabo a través de las organizaciones y de las reglas y leyes que definen cómo deben operar dichas organizaciones. Por eso, estas reglas y leyes que

relacionan el nivel de la política y el nivel organizativo pueden calificarse como acuerdos institucionales. Por otro lado, si nos fijamos en el nivel operativo nos encontramos con las empresas y los consumidores cuyo campo de elección está definido por los acuerdos institucionales tanto al nivel de la política como al nivel organizativo. Los comportamientos observados en el nivel operativo se transforman en resultados que los ciudadanos pueden considerar aceptables o no; en este último caso, es posible que haya una respuesta colectiva a través del proceso político y que se produzcan esfuerzos dirigidos a cambiar los acuerdos institucionales que definen los conjuntos de elecciones individuales a un nivel operativo. Dicho de otra manera, los ciudadanos pueden presionar al nivel de la política para buscar un nuevo marco de reglas y leyes (instituciones) que alterarán finalmente el campo de elección de las empresas y consumidores. Así pues, si hay personas que desean el cambio, intentarán influir sobre aquellos que se encuentran en el nivel de la política o en el de las organizaciones para que se diseñen nuevos acuerdos institucionales.

No obstante, este deseo de cambio institucional, en la medida en la que supone una reestructuración de las oportunidades o, si se prefiere, de los costes y beneficios y de quienes van a ser los perjudicados y los beneficiados, podría verse frenado por aquellos cuyos intereses y oportunidades estén mejor defendidos por el marco institucional existente. De ahí que el resultado final tenga mucho que ver con la capacidad de negociación o de presión de cada uno de los grupos o partes implicados en el cambio institucional. Esto nos lleva a plantear abiertamente el tema del poder a la hora de determinar el marco institucional, algo que a los economistas nos cuesta mucho tratar pues solemos considerarlo como una variable molesta e incluso poco científica. Sin embargo, para Perroux, el poder no sólo es un componente ineliminable e irreductible de la actividad económica, sino que «... es algo indispensable para la inteligencia racional y científica de la actividad económica» (Perroux, 1973, 27). En este sentido, me parece muy importante la distinción que hace Strange entre poder relacional y poder estructural. El primero se refiere al poder que posee A, es decir, cualquier persona, empresa u organismo público para obligar a B a hacer algo que B no haría por su propia voluntad. El segundo se refiere al poder «... para conformar y determinar las estructuras de la economía política global, dentro de las cuales otros Estados, sus instituciones políticas, sus empresas y (no menos importante) sus científicos y otros profesionales, tiene que trabajar. El poder estructural confiere, en suma, el poder de decidir cómo habrán de hacerse las cosas, el poder de conformar los marcos dentro de los cuales los Estados se relacionan entre sí, se relacionan con la gente o se relacionan con las corporaciones. Esto es así porque en una relación, el poder relativo de cada parte es mayor o menor si una de las partes tiene también la capacidad de determinar la estructura que enmarca a la

relación» (Strange, 1988, 25). En una palabra, el poder estructural consiste en el poder de fijar cuáles van a ser las reglas de juego, así como de modificarlas.

En definitiva, y de cara a comprender cómo las nuevas instituciones plantean y resuelven los conflictos distributivos inherentes a todo cambio institucional, parece razonable estudiar cuál es el contexto social, político, cultural y económico (incluyendo el poder) en el que nos encontramos, pues sólo comprendiendo adecuadamente esos conflictos podremos comprender las implicaciones (no neutrales) de los nuevos acuerdos institucionales, comprensión que nos permitirá evaluar los resultados obtenidos. En relación con esta comprensión, considero interesante recordar que Tool –ver más arriba– justificaba el ajuste o cambio institucional en términos de que las instituciones existentes eran responsables del deterioro o disminución ocurridos en la producción y en la distribución de la renta real. Esto hace suponer que las nuevas instituciones tratarían de resolver estos dos problemas, pero lo cierto es que Tool no profundiza en ellos. Por eso creo que el planteamiento seguido por Bromley es más interesante al tratar de especificar cuatro posibles objetivos del cambio institucional con el fin de mostrar que dicho cambio no tiene por qué limitarse a la eficiencia y a la redistribución. A pesar de lo anterior, entiendo que los objetivos propuestos por Bromley podrían agruparse bajo alguno de los dos tipos señalados por Tool, puesto que este último se refiere a la distribución de la renta real, y Bromley se refiere a la distribución de la renta monetaria. Estos cuatro objetivos son los siguientes: 1) aumentar la eficiencia productiva, es decir, aumentar el tamaño del producto neto social o de la renta nacional; 2) cambiar la distribución de la renta monetaria, es decir, mejorar la eficiencia distributiva; 3) reasignar las oportunidades económicas, que Bromley identifica con una mejora en las condiciones de trabajo, pero que, en mi opinión, también podría identificarse con la redistribución de la renta real sugerida por Tool, y 4) redistribuir ventajas económicas, siendo un ejemplo las medidas acordadas para restringir las importaciones de los productos que fuesen más baratos que las producciones locales. Objetivo que también se traduciría, entre otros, en una redistribución de la renta monetaria de los consumidores a los productores locales.

Lo que me interesa destacar, en cualquier caso, es que hay muchos y variados objetivos a tener en cuenta a la hora de evaluar el cambio institucional y que no sólo está presente la eficiencia productiva o asignativa. El cambio institucional provoca, por definición, un conflicto distributivo y puede afectar a objetivos como la mejora en las condiciones de trabajo (no monetarias), la cohesión social, la protección ambiental en un sentido amplio, es decir, no sólo física, sino también con efectos sobre la salud, etc.

2. Economía del agua y cambio institucional: algunos ejemplos

El conflicto distributivo señalado más arriba es especialmente claro en el tema del agua y, sobre todo, en el agua para uso agrícola. Esto se debe a que el agua, es mucho más que una mercancía o un factor de producción ya que posee una serie de características físicas, culturales, sociales y hasta emocionales que hacen de ella un activo social (Aguilera, 1994 y 1995). Así, «El agua no sólo es esencial para la supervivencia biológica, sino que es una condición necesaria del desarrollo y sostenimiento de la economía y de la estructura social que hacen posible la sociedad. El agua no es sólo una mercancía; es un imperativo central de la supervivencia, sostenimiento, continuidad y vida de la comunidad...» (Utton, 1985, 992). Por su parte, Brown e Ingram (1987), basándose en el trabajo de Maass y Anderson y en la información obtenida a través de diferentes encuestas realizadas a los agricultores norteamericanos de las zonas áridas, consideran que el agua tiene para éstos un importante significado «simbólico y emocional» al que estos autores califican de «valor comunitario y que se refleja en aspectos como la equidad (igualdad de oportunidades); el mantenimiento de la participación local y directa en el establecimiento de las reglas de gestión y en el control del agua y, finalmente, en la capacidad de mantener una organización social a la que uno siente que pertenece.

Sin embargo, también hay autores como Anderson (1983) y Gardner (1985) que defienden que el agua es fundamentalmente un factor de producción o una mercancía y consideran que lo importante es la búsqueda de la eficiencia productiva –dejando de lado las cuestiones relativas a la distribución de la renta o a la supervivencia de la comunidad como tal– y sugiriendo que el agua se aplique a los usos en los que se obtenga una mayor producción física o un mayor beneficio monetario, resultado que se puede obtener reconociendo los derechos de propiedad privada, pues «Si la autoridad se puede vincular con la responsabilidad a través de los derechos de propiedad privada, el interés individual se puede vincular con la eficiencia. En ausencia de tal vínculo, nada empujará al sistema hacia la eficiencia» (Anderson, 1983, 23).

Esta breve reflexión sobre el conflicto distributivo que subyace en dos concepciones diferentes del agua y en los valores que defiende cada una de ellas, nos hace ver con cierta claridad que la discusión sobre la orientación a seguir en la economía del agua en relación con el cambio institucional no puede tener lugar de una manera abstracta. Muy al contrario, si queremos que la discusión sobre las instituciones e instrumentos que se pueden aplicar en relación con el agua tenga sentido y sea comprendida por los afectados o, de la misma manera, si queremos entender los cambios institucionales que han tenido lugar en otros países y contextos, será necesario que explicitemos o conozcamos previamente la noción de agua

con la que vamos a trabajar; los valores que se han asumido y que implícita o explícitamente se han rechazado; los costes aceptados y los beneficios que se pretende obtener; los grupos sobre los que recaen los costes y beneficios y, en suma, el contexto en el que se toman las decisiones así como los objetivos que se han perseguido y la distribución de los costes y de los beneficios que, desde el punto de vista de la negociación política, ha terminado por aceptarse o imponerse. Voy a tratar de exponer esquemáticamente dos casos de estudio: Arizona e Israel, finalizando con un breve comentario sobre la experiencia de los bancos de agua de California.

2.1. La Ley de gestión de agua subterránea de Arizona de 1980

El problema del agua en el estado de Arizona es, en términos físicos, un problema de desequilibrio entre el volumen de extracción y el de recarga, siendo el primero casi el doble que el segundo. Antes de la aprobación de la ley, la agricultura consumía el 89%, los usos urbano e industrial el 7% y la minería el 3%. Pero esta situación de sobreexplotación física es producida, en buena medida, por unos hábitos de consumo enormemente derrochadores. Así, los agricultores podían extraer tanta agua del subsuelo como necesitase su cultivo con la única limitación de no transportar el agua fuera del terreno del que se extraía, apenas incorporaban técnicas de riego ahorradoras de agua y el coste del agua era el coste de perforación de los pozos y de la energía eléctrica para elevarla. Por su parte, el consumo urbano diario per cápita era sencillamente desorbitado en relación con los consumos europeos, oscilando entre 920 litros en 1973 y 660 en 1978. Finalmente, el crecimiento urbano en toda Arizona era muy elevado.

La pretensión del Estado de Arizona era la de continuar con estas tendencias, para lo cual necesitaba que el gobierno federal financiase el Proyecto de Arizona Central (PAC) que consistía en un trasvase de 482 kilómetros desde el río Colorado hasta Tucson, que salvaría un desnivel de 600 metros y proporcionaría anualmente unos 1.480,8 hm^3 (1.200.000 pies por acre). Sin embargo, la respuesta del gobierno federal fue la de condicionar la financiación del PAC a la aprobación de una ley de gestión del agua subterránea, es decir, trasvase sí, pero antes pongan orden en su casa (Connall, 1982).

¿Qué tipo de orden es el que se pone? Uno consistente con las siguientes características o valores:

- Equilibrio entre extracción y recarga para el año 2025.
- Mantenimiento de la expansión urbana.

– La desaparición de la agricultura es la que va a facilitar el proceso[1].

En efecto, como han señalado Martin *et al.*, «De hecho, la principal motivación para la aprobación de la Ley de Gestión del Agua subterránea de Arizona fue la perpetuación de una población y de una economía en expansión (...). Las tierras agrícolas están desapareciendo para abastecer de agua a las ciudades y los propietarios de las viviendas están sacrificando los jardines, y el césped en los colegios y los árboles en las carreteras están siendo sustituidos por arena para ahorrar agua» (Martin *et al.*, 1987, 71). El cuadro 2.1 muestra las proyecciones realizadas en el Área de Gestión Activa de Tucson, de acuerdo con los valores expresados más arriba.

Cuadro 2.1

ESTIMACIONES SOBRE EL USO FUTURO DEL AGUA POR SECTORES DE ACTIVIDAD. ÁREA DE GESTIÓN ACTIVA DE TUCSON (PORCENTAJES)

Año	*Agricultura*	*Minería*	*Industria*	*Urbano*
1980	56	14	7	23
2000	42	14	10	34
2025	26	11	14	49

Hipótesis: a) 1980; 536.400 habitantes y 21.600 ha de riego.
b) 2000; 936.400 habitantes y 19.350 ha de riego.
c) 2025; 1.587.900 habitantes y 14.200 ha de riego.
Fuentes: Arizona Department of Water Resources (1985).

Los aspectos más destacables de la ley de gestión del agua subterránea de 1980 son los siguientes. La gestión del agua va a ser estatal y se encarga a un organismo de nueva creación –el Departamento de Recursos de Agua–, cuyo director va a disponer de una gran capacidad de decisión, ya que puede decidir la cantidad de agua que puede utilizar cada sector de actividad. El uso del agua para la agricultura está limitado a un «derecho de agua», establecido por el mencionado director, cuya cuantía se va revisando periódicamente de acuerdo con: a) los resultados que se vayan obteniendo en relación con la disminución de la sobreexplotación del acuífero,

[1] Proceso que va a ser compensado con el reconocimiento de derechos de agua que pueden ser vendidos de manera lucrativa y que favorecerá a los grandes agricultores cuyas antiguas explotaciones se transforman en auténticas explotaciones de agua (water farms), ya que la venta de sus derechos de agua conlleva la venta de la tierra (Checcio, 1988). Por otro lado, la salida del agua fuera de la zona de origen, provoca sobre ésta problemas de tipo fiscal, económico, ambiental, cultural y disminuye su potencial de desarrollo (Nunn e Ingram, 1988).

y b) la evaluación del consumo medio en el 50% de las explotaciones agrícolas. Las minas están obligadas a usar el método más moderno de ahorro de agua que esté disponible y que sea consistente con un rendimiento económico razonable y las ciudades deberán cumplir las asignaciones per cápita que el director considere. Además, la ley crea cuatro Áreas de Gestión Activa (AGA) o áreas en las que la sobreexplotación es más elevada (suman el 69% de la sobreexplotación total e incluyen el 80% de la población) y en las que las normas de gestión son más exigentes, aunque no son homogéneas dado que presentan características diferentes en relación con el uso agrícola que incluso se preserva en una de ellas (Pinal) «... tanto tiempo como sea posible, siempre que esto sea consistente con la necesidad de preservar los suministros futuros de agua para usos no agrícolas» (Johnson, 1980). En definitiva, la ley propugna una noción de agua similar a la de una mercancía más, establece el objetivo de lograr un equilibrio físico y redefine los derechos de propiedad sobre el agua de manera que sean consistentes con los objetivos de mantener la expansión urbana y, en principio, el equilibrio entre extracción y recarga para el año 2025. Por último, se fijan cinco períodos de gestión, cada uno de ellos de unos diez años de duración, para poder revisar los resultados obtenidos y las nuevas medidas a adoptar.

Dentro de cada AGA, la ley respeta –inicialmente– todos los usos existentes de agua subterránea y reconoce, de acuerdo con esos usos, dos clases de derechos adquiridos: derechos de riego (uso agrícola) y derechos de no riego (uso no agrícola). Para el período 1980-1990, los derechos de riego son los derechos que la Ley concede a aquellos agricultores que cultivaron algo entre 1975 y 1980 y su cuantía depende de la cantidad razonable de agua por acre que necesitan los cultivos realizados –incorporando los requerimientos de conservación del plan de gestión, sobre técnicas de riego y eficiencia de las mismas– multiplicado por el número de acres con derecho a riego, como muestra el cuadro 2.2.

Los derechos de no riego son de dos clases, el Tipo 1 y el Tipo 2. El Tipo 1 es el que puede adquirir cualquier persona para uso no agrícola siempre que compre el terreno agrícola que está en regadío y deje de cultivarlo. La cuantía de este derecho es de tres pies por acre de terreno al año, aproximadamente, 9.100 m^3/ha y año. El Tipo 2 es el derecho correspondiente a usos no agrícolas, es decir, mineros y otras industrias, pero no urbanos, que existían con anterioridad a la designación de las AGA. La cuantía de este derecho viene dada por la máxima cantidad de agua extraída en cualquiera de los cinco años previos a la creación de las AGA. En cualquier caso, todos los pozos deben inscribirse en un registro creado por el Departamento de Recursos de Agua, al que deben enviar información tanto sobre las cantidades extraídas anualmente como sobre el consumo anual de gasóleo o de electricidad. Por último, la extracción de cada pie por acre está gravada con un

Cuadro 2.2

NECESIDADES DE RIEGO PARA ALGUNOS CULTIVOS
(ÁREA DE GESTIÓN ACTIVA DE TUCSON)

Cultivo	*m³/ha (*)*
Alfalfa	7.000
Maíz	3.400
Algodón	3.900
Cereales	2.400
Lechuga	1.850
Sorgo	3.300
Pastos	7.300

(*) Suponiendo que la eficiencia en el riesgo es del 65%
Fuente: Sawara (1983).

impuesto de 5 dólares, cuya finalidad consiste en cubrir los gastos de administración, las nuevas inversiones destinadas a aumentar el suministro de agua y la compra y eliminación de terreno agrícola.

En relación con el abastecimiento para uso urbano, se introduce la noción de Área de Servicio de una Ciudad, que es el área que, al aprobarse la Ley, estaba abasteciéndose de agua subterránea y en la que no existían usos agrícolas. Estas áreas pueden ampliarse siempre que esta ampliación se deba al crecimiento de las ciudades, ahora bien, el promotor de nuevas viviendas debe demostrar antes de la construcción, bien que dispone de un suministro asegurado de agua o bien que las nuevas viviendas se construirán dentro de un área de servicio que dispone de agua suficiente para ellas. La noción de suministro asegurado de agua es muy interesante y requiere el cumplimiento de tres condiciones: a) que debe existir una cantidad suficiente de agua de calidad adecuada para satisfacer las necesidades de los nuevos habitantes durante cien años, por lo menos; b) que el uso del agua debe ser consistente con el plan de gestión y con sus objetivos a largo plazo, y c) que debe existir capacidad financiera para construir el sistema de distribución y depuración del agua. Estas condiciones lo que intentan es que los promotores se comprometan a comprar agua del PAC, única fuente que, en principio, se supone que puede garantizar con cierta seguridad un suministro tan amplio. Por lo que respecta al consumo per cápita, el Plan de Gestión del AGA de Tucson señala la necesidad de disminuir dicho consumo por debajo de los 140 galones por día (630 litros) y de aplicar restricciones en el riego de jardines y en el uso de las piscinas. El cuadro 2.3 intenta dar una idea comparativa de los consumos urbanos diarios per cápita en algunas ciudades del Oeste y en Tenerife.

Cuadro 2.3

CONSUMO DIARIO DE AGUA PER CÁPITA EN 1981

Ciudades	*Litros/per cápita/día*
Phoenix	1.300
Albuquerque	1.080
Salt Lake	950
Denver	900
El Paso	860
Los Ángeles	760
Tucson	675
Tenerife	120 (*)

(*) Soler (1994).
Fuente: Sawara (1983).

2.2. El agua en Israel

Como señala el Informe del Review Group (1983), y en consonancia con lo que he planteado en las páginas anteriores de este trabajo al referirme a la importancia del contexto para entender correctamente los problemas económicos en general y el caso del agua en particular, «La estructura institucional del sector del agua de cualquier país será siempre un reflejo tanto de su estilo político como de las necesidades de una gestión del agua (por eso) su interpretación en el contexto de la estructura política de Israel no puede ser abordada por personas que miren desde fuera de esa estructura» (Review Group, 1983, 244).

El caso de Israel se puede caracterizar por una situación de importante escasez física de agua y una política de este recurso definida por la Ley de Aguas de 1959 que, además de preocuparse por la calidad del mismo y la realización de inversiones en desalación, reutilización, utilización de agua salobre y mejora en la eficiencia técnica de los usos urbano, industrial y agrícola, mantiene el objetivo de potenciar la agricultura, no sólo por la importancia de los productos agrícolas, sino, especialmente, como medio de alcanzar una mayor cohesión social en un país cuyas circunstancias políticas, sociales y culturales son realmente únicas. En otras palabras, la política de aguas en Israel parte del reconocimiento de la escasez física, opta por soluciones técnicas para aumentar el suministro y presta una gran atención al tema de la eficiencia técnica en cualquiera de los usos (Arlosoroff, 1984).

De acuerdo con la citada Ley, la asignación del agua entre los diferentes usos se guía por una serie de prioridades políticas, concediéndose cuo-

tas para cada tipo de uso y apenas existiendo las transacciones de agua. La agricultura es el mayor consumidor y cada agricultor recibe una cuota anual que es fija y que varía con el tipo de cultivo y con la eficiencia exigida en el riego (cuadro 2.4). Existen penalizaciones tanto por sobrepasar la cuota como por no utilizarla. En el primer caso se puede, bien pagar una multa o bien disminuir la superficie cultivada. En el segundo se corre el riesgo de recibir una cuota inferior en los años sucesivos (Schmidt y Plaut, 1995), lo que crea un incentivo para utilizar toda la cuota, aunque no sea necesario (es decir, para malgastarla), puesto que no es posible vender ese agua excedente o devolverla al sistema de distribución para que pueda ser destinada a otros usos. Sin embargo, como reconoce el Review Group, desde principios de los años ochenta, el comisario de Aguas comenzó a aprobar transacciones de agua tanto dentro de los Moshvim como entre algunos de ellos.

Cuadro 2.4

DOTACIONES ANUALES DE AGUA PARA ALGUNOS CULTIVOS (m^3/ha)

Cultivo	*Dotación anual*
Limonero	6.500
Aguacate	7.000
Manzano	6.500
Melocotonero	6.500
Alcachofa	4.000
Lechuga	4.500
Pepino invernadero	5.500
Pepino aire libre	3.500
Pimiento invernadero	10.000
Pimiento aire libre	4.500
Plátanos	9.000

Fuente: Estado de Israel. Ministerio de Agricultura. Servicio de Extinción Agraria. Comunicación personal de Moshe Sne, director del Servicio de Riegos y Suelos (1993).

La realidad es que si bien se acepta que el marco institucional, es decir, la Ley de Aguas, ha tenido éxito históricamente a la hora de garantizar el orden y la estabilidad en el transporte y distribución del agua (Sadan y Ben-Zvi, 1987) también se acepta que dicho marco ha generado ineficiencias económicas debido a la asignación a través de cuotas. De ahí las quejas para que se cambie el marco institucional y se aprueben de manera generalizada las transacciones de agua que permitan alcanzar el objetivo de la efi-

ciencia económica. La razón esgrimida consiste en que algunas estimaciones señalan que el coste estrictamente monetario de la reasignación de una cantidad determinada de agua de riego, mediante su venta para llevar a cabo otras actividades, resulta la mitad de caro que proporcionarla a través de proyectos de depuración y reciclaje, control de inundaciones, etc. (Sadan y Ben-Zvi, 1987). El problema consiste en que los autores de esa estimación no dicen nada sobre si además de los costes estrictamente monetarios existen otros tipos de coste que no se contabilizan. Sin embargo, sí afirman que, históricamente, los costes económicos resultantes de las ineficiencias generadas por el uso de las cuotas «... fueron compensados (a los ojos de los que actualmente toman las decisiones) por dos tipos de beneficios «no económicos»: 1) preferencias espaciales tales como la preferencia por los territorios del sur en los años cincuenta, y 2) preferencias estructurales tanto por las cooperativas y las pequeñas explotaciones agrarias como por las explotaciones colectivas, dependiendo de cada uno de los períodos considerados. Parece claro, en consecuencia, que sería necesario precisar ahora cuáles son los objetivos, qué es lo que se entiende por coste y cuáles de ellos se van a tener en cuenta. Es lo que MacDonnell y Howe (1986) han denominado la «actitud contable». No obstante, calificar a esta reasignación de cambio hacia la eficiencia económica no parece que sea demasiado correcto puesto que pretende indicar que el anterior marco no está interesado en dicha eficiencia. Lo que ocurre, al contrario, es que cada marco o cada política busca un tipo diferente de eficiencia, es decir, cada uno de ellos proporciona un abanico diferente de oportunidades económicas, de distribución de la renta y de producción agraria.

En cualquier caso, sí parece necesario buscar fórmulas que eliminen la rigidez con los sobrantes de las cuotas así como con aquellas cuotas que son insuficientes para regar los cultivos. Algunas de estas fórmulas podrían ser la creación de un fondo común o de una bolsa de agua que recogiera los excedentes y que los hiciera llegar a aquellos agricultores que los necesitan, de acuerdo con criterios específicos de asignación; otra podría consistir en primar (y no en penalizar) el ahorro, de manera que la no utilización de toda la cuota asignada no sea considerada como un mal uso, sino, al contrario, como un ejemplo de buena aplicación del agua. Esto no quita que se produzcan cambios en los objetivos de la política de aguas de Israel si se estima, por ejemplo, que el nivel de cohesión social alcanzado se encuentra ya suficientemente consolidado, por lo que merece la pena dirigir la atención hacia problemas como la búsqueda de fuentes alternativas de suministro de agua –como la reasignación del agua de uso agrícola– que, en términos estrictamente económico-monetarios, pueden ser más baratas que la inversión en instalaciones de depuración y reciclaje, desalinización, etc. El problema es que difícilmente ambos objetivos se pueden considerar comparables, puesto que cada uno de ellos parte de unos pun-

tos de vista (valores) diferentes y busca alcanzar unos objetivos, en términos de política y economía del agua, también diferentes. Volvemos pues al problema de la especificación de la noción de agua, de los valores que defiende cada noción y de la distribución de los costes y beneficios que conlleva cada marco institucional, cuestiones que deben ser especificadas antes de «evaluar» los resultados obtenidos o de emitir juicios sobre la deseabilidad de los cambios a efectuar.

Con respecto al consumo urbano de agua, también funciona un sistema de asignación a través de cuotas para cada municipio que les obliga, por ley, a adaptar su consumo a las citadas cuotas. Sin embargo, y frente a la obsesión que existe en nuestro país por aumentar las tarifas de agua, en la creencia de que unas tarifas más elevadas van a asegurar su ahorro, la política municipal en Israel descansa sobre tres acciones: a) realizar campañas de publicidad, en los diferentes medios de comunicación, insistiendo en la importancia del uso cuidadoso del agua; b) aplicar tarifas progresivas que son muy elevadas para consumos que se consideran excesivos por encima de una cantidad razonable de agua que es fijada por cada municipio, y c) obligatoriedad de la instalación de mecanismos domésticos que permiten ahorrar agua y evitar las pérdidas en las tuberías, mecanismos que además son revisados periódicamente, en el sentido de que se sigue investigando sobre ellos buscando su modernización (Arlosoroff, 1984).

En mi opinión, estos tres aspectos son fundamentales para obtener un nivel de éxito apreciable en la gestión municipal del agua, entendida en el sentido de política que intenta no sólo ajustarse a unas dotaciones dadas, sino también de intentar cambiar las prácticas habituales (poco ahorradoras) del agua. De hecho, es la OCDE (1987) la que, si bien insiste en la necesidad de ponerle precio al agua y de aplicar tarifas progresivas, advierte que existen una serie de peligros o de limitaciones derivados de esperar demasiado de dichos precios. Algunos de estos peligros que considero oportuno destacar son los siguientes:

1. En la práctica, las elasticidades de la demanda urbana de agua son tan bajas y los costes en los que se incurre para poner en funcionamiento y actualizar un sofisticado sistema de tarifas son tan elevados que no merece la pena hacerlo.

2. Cuanto más sofisticado es el sistema de tarifas, mayor es el porcentaje de consumidores que es incapaz de comprenderlo y, por tanto, de reaccionar de una manera «racional» ante él.

3. Los consumidores pueden perfectamente carecer de información técnica y financiera con respecto a la tecnología disponible para economizar el uso del agua o para reducir el volumen de las aguas residuales, algo que sí es más factible para las empresas y que reconoce claramente la legislación israelí al exigir (es decir, no considerar opcional) la introducción de mecanismos de ahorro de agua.

4. Hay que recordar, por último, que la aplicación de precios y/o tarifas, es una medida muy poco útil para establecer el adecuado nivel de calidad del agua. En otras palabras, mientras la aplicación de un impuesto sobre los vertidos puede incluir aspectos cualitativos y cuantitativos, incentivando o desanimando de esta manera el pretratamiento de los vertidos por parte de las empresas, no parece fácil imaginar que la aplicación de los precios ayude o permita a los consumidores a elegir entre diferentes calidades de agua urbana.

2.3. El caso de los bancos de agua de California

La discusión sobre el papel que pueden jugar las transacciones y los mercados de agua suele realizarse en abstracto. Por ejemplo, Young (1986), intentando desarrollar las ideas expuestas por Howe y Easter (1970) sobre los criterios que han de satisfacer los trasvases de agua entre cuencas o entre distintas actividades privadas, se limita a señalar que el requisito fundamental consiste en que todo ganador potencial pueda compensar al vendedor por los beneficios perdidos, pagar los costes de transacción y de transporte del agua y, además, que esta solución sea menos costosa que otras alternativas de suministro de agua. Si a lo anterior le incorporamos los costes que recaen sobre terceros, pasamos de unas condiciones privadas a unas condiciones en las que se tienen en cuenta los costes sociales.

El problema consiste en que, como señalé al principio de este trabajo, la definición de coste está inserta en un contexto institucional. En otras palabras, son las Leyes de Aguas las que legitiman unos resultados en consonancia con los valores sobre lo que se va a entender por costes. Por ejemplo, en el amplio estudio realizado por Colby *et al.* (1989) sobre los trasvases de agua y los costes de transacción en los estados de Colorado, New México, Utah y Nevada, se pone de manifiesto cómo las Leyes de Agua establecen que dicho recurso es un bien público y especifican que es el ingeniero del Estado el que posee la capacidad para reconocer los derechos de propiedad sobre el agua superficial y subterránea, señalando cada derecho el tipo de uso, el lugar de uso, la cantidad y el sitio exacto en el que tiene lugar la apropiación (superficial) o la extracción (subterránea). Sin embargo, la Ley de Aguas de New México, a diferencia de otros estados áridos del suroeste norteamericano, rechaza expresamente la protección de los usos recreativos y ecológicos del agua por diferentes razones «... entre ellas por la preocupación de que el reconocimiento de este nuevo uso (y de su derecho correspondiente) pueda limitar seriamente las posibilidades a favor de los trasvases» (Brown *et al.*, 1992, 1).

Esto significa que, al margen de unas condiciones genéricas (Young, 1986), no existen reglas o normas homogéneas a seguir ni sobre los trasva-

ses ni sobre las transacciones de agua. Como señalan Colby *et al.,* «Cada Estado ha desarrollado un proceso para evaluar las solicitudes de cambio en el uso del agua y aplica criterios y procedimientos algo diferentes en la evaluación de estos procesos. Este estudio muestra que los costes en los que incurre el solicitante del cambio varían enormemente entre los Estados, dependiendo de las características del trasvase solicitado, especialmente del grado de oposición al mismo por parte de otros propietarios de derechos y de los terceros que consideren sus derechos afectados» (Colby *et al.,* 1989, 54).

De hecho, un reciente estudio sobre los trasvases de agua en el oeste de los Estados Unidos –que presta una especial atención a la cuestión de la identificación y evaluación de los efectos sobre terceros– señala una larga lista de factores o de posibles impactos, que reflejan el reconocimiento de una enorme diversidad de valores a tener en cuenta para evaluar los trasvases de agua (cuadro 2.5) y reconoce –después de más de treinta años de estudios y de controversia sobre este tema– que «Una valoración detallada de los costes y beneficios de los trasvases de agua es prematura, porque la teoría de los trasvases supera a la práctica; por tanto, el Comité (sobre la Gestión del Agua en el Oeste) no puede proporcionar juicios definitivos ni sobre el papel que los trasvases de agua podrían jugar en el futuro en la asignación del agua en el Oeste, ni sobre cómo podrían incorporarse los efectos sobre terceros en las decisiones políticas.

Más bien, el Comité reconoce los méritos de los trasvases de agua como un mecanismo para satisfacer las nuevas demandas y reconoce también la legitimidad de los intereses de un amplio abanico de terceros potencialmente afectados por los trasvases (...). Las conclusiones básicas del Comité son que los procesos de asignación deberían otorgar a los terceros –y a los que carecen de ellos– derechos de agua que reconozcan legalmente sus intereses en los trasvases y que los Estados deberían desarrollar nuevas formas de tener en cuenta estos intereses» (National Research Council, 1992, 4).

Desde mi punto de vista, lo que están poniendo de manifiesto prácticamente todos los trabajos es que, en el contexto del suroeste norteamericano, los trasvases son deseables, pero, al mismo tiempo, es necesaria una mayor participación e información para evaluar adecuadamente los impactos sobre terceros generados por los trasvases, de manera que se pueda llegar, incluso, a impedir dicho trasvase si realmente los costes, en un sentido amplio, superan a los potenciales beneficios. En otras palabras, «El funcionamiento del mercado sin restricciones puede imponer costes elevados sobre terceros (...) por lo que ningún Estado está dispuesto a dejar los trasvases de agua a disposición de las fuerzas del mercado. Prohibir por completo los trasvases podría frenar el desarrollo económico y se perderían importantes beneficios económicos. Las políticas estatales pueden afectar a

Cuadro 2.5

FACTORES A CONSIDERAR PARA EVALUAR LOS TRASVASES DE AGUA

Tipo de Trasvase

Cambio en la propiedad
Desvío del caudal
Cambio en el uso
Cambio en la gestión
Trasvase fuera de la cuenca

Motivo principal del trasvase

Voluntario
Involuntario

Impulso principal del trasvase

Gobierno
- Local
- Estatal
  - Ejecutivo
  - Legislativo
  - Judicial
- Federal
  - Ejecutivo
  - Legislativo
  - Judicial

Impacto sobre terceros

Comunidades Rurales
- Servicio de apoyo
- Disminución base impositiva
- Pérdida de recursos naturales

Agricultura
- El resto de usuarios
- Reasignación de derechos

Comunidades étnicas y tribus indias
- Comunidades étnicas
- Comunidades indias
- Mantenimiento y expansión de la agricultura

Medio ambiente
- Usos no consuntivos
  - Uso recreativo
  - Pesca y vida salvaje
  - Hidroelectricidad
- Calidad del agua
  - Daños a usuarios
  - Salud humana
  - Daños a los ecosistemas
- Protección ecosistemas
  - Especies amenazadas
  - Humedades
  - Hábitat ribereño
  - Estuarios
- Intereses urbanos
  - Restricciones a los trasvases intraestatales
  - Cambios en el *status* de las exenciones fiscales
- Contribuyentes federales
  - Interés económico nacional
  - Beneficios inesperados
- Otros propietarios de derechos
  - Derechos recientes
  - Derechos antiguos
  - Pérdida de flexibilidad

Naturaleza de los efectos

Económica (nación/región)
- Pérdida de ingresos
- Pérdida de oportunidades
- Nuevos ingresos

Ambiental
- Pesca y vida salvaje
- Actividades recreativas
- Calidad del agua

Humedades

Social
- Comunidades rurales
- Municipios

Fuente: National Research Council (1992).

la distribución de los costes y beneficios. El reto, pues, consiste en aprovechar las oportunidades que ofrece el mercado, identificar los impactos inaceptables que provoca, desarrollar restricciones a los trasvases y aprobar procedimientos que mitiguen esos impactos de la manera menos costosa y más equitativa posible» (Colby, 1986, 69).

Pues bien, un excelente ejemplo de lo que se sugiere en las líneas anteriores lo constituye el caso de los bancos de agua en California. En efecto, frente a la idea tan extendida en nuestro país de que en California (y en general en los Estados Unidos) las transacciones de agua carecen de limitaciones institucionales, el reciente trabajo de Israel y Lund (1995) muestra claramente lo contrario. Así, el papel del gobierno estatal en relación con el agua afecta a la regulación de su uso, a la protección del medio ambiente y a ser el principal constructor de infraestructura hidráulica. Es más, tras cinco años de sequía es el propio gobierno el que impulsa la creación de los **bancos de agua**, para lo cual crea un Comité de compras de agua cuyo objetivo consiste en negociar los términos y condiciones de un modelo de contrato entre el banco y los vendedores, aprobando, a su vez varias leyes para proteger los derechos de los vendedores y para incentivar su participación. Concretamente, hay tres cuestiones que me interesa destacar:

1) ¿Cómo adquiere el banco el agua? 2) ¿Quién puede venderla? y 3) ¿Quién puede comprarla? Con respecto a la primera cuestión, el banco propone o acepta tres formas de adquirir agua que son: a) comprándosela a los agricultores que aceptan la exigencia de dejar de cultivar; b) autorizando la extracción de agua subterránea a cambio de que los extractores vendan el mismo volumen de agua superficial, y c) comprando agua a los pantanos locales. En relación con la segunda cuestión, para poder vender el agua se requería el cumplimiento de dos condiciones: a) la primera consistía en demostrar que se había cultivado en los años anteriores, algo que verificaba el Servicio de Conservación y Estabilización Agraria, y b) la segunda se refiere a la cantidad de agua que se autorizaba vender y que era la que se aplicaba para el riego de los cultivos, de acuerdo con las encuestas a los agricultores realizada por el Departamento de Aguas de California (DWR). Además, y para incentivar a los agricultores a vender su agua, se calculó un precio de partida de 125 dólares por pie por acre (unas 12,60 pesetas/m^3) intentándose que el agricultor que vendiera el agua obtuviera unos ingresos similares a los que habría obtenido si cultivase más una cantidad adicional (cuadro 2.6).

Finalmente, la compra de agua tampoco es libre, sino que se aprueba una serie de prioridades según las «Necesidades Críticas», para asegurar que las necesidades más urgentes sean atendidas antes. Estas necesidades son las siguientes: a) cubrir las necesidades de emergencia como salud y seguridad; b) abastecer a las áreas con necesidades críticas, es decir, a aque-

Cuadro 2.6

BANCO DE AGUA DE 1991. PAGOS POR LA RETIRADA DE CULTIVOS

Cultivos	*Valle de Sacramento y Alto Delta*		*Bajo Delta*		*Comentarios*
	m³/acre	*$/acre*	*m³/acre*	*$/acre*	
Alfalfa	4.300	450	4.000	400	Aproximadamente
Judías	2.600	263	2.100	213	Aproximadamente
Maíz	3.000	325	2.500	250	Aproximadamente
Pastos	4.300	450	3.950	400	Aproximadamente
Arroz	4.300	450	–	–	Aproximadamente
Remolacha	3.700	375	3.000	325	Aproximadamente
Tomates	3.000	325	2.600	263	Aproximadamente
Cereales	2.500	250	2.500	250	Antes del 1-3-1991
	1.850	190	1.850	190	Del 1-3-91 al 13-3-91
	1.250	125	1.250	125	Después del 13-3-91

Fuente: Israel y Lund (1995).

llos usuarios urbanos que reciben menos del 75% del suministro; a los usuarios agrícolas que necesiten asegurar la supervivencia de sus cultivos permanentes o de elevado valor y, por último, a la pesca y vida salvaje; c) proporcionar agua a las entidades que ya recibían agua por tener necesidades críticas y que necesitan cantidades adicionales para reducir los impactos económicos negativos derivados del menor suministro de agua. Si después de cubrir estas necesidades críticas sobra agua, ésta pasaría a la infraestructura estatal de agua (State Water Project). Además, los potenciales compradores tienen que demostrar previamente que están haciendo el uso máximo del agua disponible; que aplican de manera satisfactoria los programas de ahorro de agua y que pueden pagar el agua solicitada. Se sugiere, por último, la posibilidad de aplicar otros criterios adicionales dependiendo del uso que se le vaya a dar al agua solicitada.

A modo de resumen, los resultados obtenidos por este primer banco de agua fueron los siguientes. El banco adquirió unos 1.012 hm³, de los que la mitad aproximadamante se obtuvieron gracias a contratos con agricultores que aceptaron dejar de cultivar, un tercio del agua se consiguió gracias a contratos de sustitución de agua superficial por subterránea y el resto procedía de embalses locales. En cuanto al uso del agua adquirida, sólo se vendieron 481 hm³, es decir, el 47,5% del agua adquirida, de la que el 80% se destinó a usos urbanos e industriales. Del total del agua no vendida, entre un 20 y un 30% se destinó a usos ambientales, es decir, a mejorar la calidad del agua del Delta Sacramento-San Joaquín, mientras

que el resto lo adquirió el Departamento de Aguas de California (DWR), lo que sirvió para financiar el programa.

Conclusiones

No me resulta nada fácil extraer conclusiones que se puedan aplicar al caso español puesto que no existe un «caso español» de carácter homogéneo. Por otro lado, este trabajo sólo sugiere que hay otras maneras de plantear algunas cuestiones que son muy importantes y que no suelen ser abordadas al tratar la llamada gestión del agua, con el consiguiente fracaso en dicha gestión.

En cualquier caso, mi propuesta genérica a aplicar tendría en cuenta los siguientes puntos:

1. Estudiar detalladamente las causas de la escasez del agua, es decir, hay que preocuparse por conocer si es una escasez de origen físico (llueve poco), si es de origen social (se consume en exceso; las redes de distribución están en mal estado; se riega mal; no se mide correctamente el consumo; las tarifas son incorrectas; las instituciones de riego han dejado de ser operativas; etc.) o, si es una escasez ocasionada por ambos factores, determinar la responsabilidad de cada uno de ellos, asumiendo las implicaciones que se derivan de los resultados obtenidos.
2. Plantear el conflicto distributivo, en términos económicos, sociales, culturales y ambientales (multicriterio), de las posibles soluciones propuestas, explicitando cuáles son los valores que orientan o permiten evaluar la deseabilidad o el rechazo de dichas propuestas.
3. Elaborar, debatir y evaluar públicamente, es decir, de manera participativa, todas las soluciones alternativas.

Mi opinión personal es que en la llamada España seca, no sólo llueve poco (escasez física), sino que también (escasez social) se pierde el agua en exceso por el mal estado de las redes agrícolas y urbanas; se riega mal y se opta, a veces, por cultivos que no son adecuados para las condiciones climáticas en las que se aplican; apenas se miden los consumos y, además, se sobreexplotan los acuíferos. Por eso entiendo que optar por soluciones que aumenten el suministro (más embalses y trasvases) son inoperantes, pues no resuelven la escasez social y, a duras penas y con un coste muy elevado, la escasez física. Confiar demasiado en medidas orientadas a subir los precios o las tarifas, no es demasiado aconsejable, tanto por los elevados costes sociales y ambientales en los que se incurre como por las limitaciones técnicas que presentan (incapacidad de respuesta, especialmente en el consumo urbano). Por último, permitir que los derechos de propiedad sobre el agua sean comercializables es una solución que, como ilustran los casos

de Arizona y California, se puede plantear de diversas formas (permanente o temporal; venta libre o restringida) y, por tanto, con implicaciones muy diferentes en todos los ámbitos posibles, empezando por la cuantificación de esos derechos. En suma, el tema sólo se ha abierto, hay muchas opciones y se trata, si esto es posible, de abordarlas con todas sus consecuencias.

Bibliografía

AGUILERA, F. (1988), *Lecturas sobre economía del agua,* Documentos de Trabajo, vols. I y II. Facultad de CC.EE. y EE., Universidad de La Laguna.

AGUILERA, F. (1992), *Economía del agua,* MAPA, Madrid.

AGUILERA, F. (1994), «Agua, economía y medio ambiente: interdependencias físicas y la necesidad de nuevos conceptos», *Revista de Estudios Agrosociales,* n.º 167, pp. 113-130.

AGUILERA, F. (1995), «El agua como activo económico, social y ambiental», pp.15-28, *El Campo,* n.º 132, Servicio de Estudios BBV.

ANDERSON, T. L. (1983), *Water crisis: Ending the policy drough,* The Johns Hopkins University Press.

Arizona Department of Water Resources (1985), *Management Plan. First Management Period: 1980-1990. Preliminary Draft. Final Active Management Area.*

ARLOSOROFF, S. (1984), *Water Management Policies Under Scarce Conditions (A Case Study-Israel),* presentado en «Water for the 21st Century: Will It Be There»: An Interdisciplinary Conference on Meeting the Water Needs of the Southwest United States. Dallas, Texas: Southern Methodist University, April 3-5.

BROMLEY, D. W. (1978), «Property Rules, Liability Rules and Environmental Economics», *Journal of Economic Issues,* vol. XII, n.º 1.

BROMLEY, D. W. (1989), *Economic Interests and Institutions. The conceptual foundations of public policy,* Oxford: Basil Blackwell.

BROWN, L., *et al.* (1992), «Transfers of Water Use in New Mexico», *WRRI Report,* n.º 267, New Mexico Water Resources Research Institute, New Mexico State University.

BROWN, L., e INGRAM, H. (1987), «El valor comunitario del agua: Consecuencias para los pobres de las zonas rurales del sudoeste», en F. Aguilera, *Economía del Agua,* Madrid: MAPA (1992).

CHECCIO, E. (1988), «*Water Farming: The promise and problems of water transfers in Arizona*», Water Resources Research Center, University of Arizona.

CIRIACY-WANTRUP, S. V. (1969), «Natural resources in economic growth: The role of institutions and policies», *American Journal of Agricultural Economics,* vol. 51, pp. 1314-1324.

COASE, R. (1960), «El problema del coste social», en F.. Aguilera y V. Alcántara, *De la economía ambiental a la economía ecológica*, Icaria-Fuhem (1994).

COASE, R. (1992), «The institutional structure of production», *American Economic Review*, vol. 82, n.º 4, pp. 713-719.

COLBY, B., *et al.* (1989), *Water Transfers and Transactions Costs: Case Studies in Colorado, New Mexico, Utah and Nevada*, Department of Agricultural Economics, College of Agriculture, University of Arizona.

COLBY, B. (1986), «Los intercambios a través del mercado: Resolviendo los conflictos. Un reto para la política pública», en F. Aguilera (comp.), *Lecturas sobre economía del agua*, vol. I, Documentos de Trabajo. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de La Laguna, 1988.

CONNALL, Jr. D. D. (1982), «A history of the Arizona Groubdwater Management Act», *Arizona State Law Journal*, pp. 313-344.

DEMSETZ, H. (1967), «Hacia una teoría general de los derechos de propiedad», *Información Comercial Española*, n.º 57, pp. 59-66, 1980.

GARDNER, B. D. (1985), «Institutional impediments to efficient water allocation», *Policy Studies Review*, vol. 5, n.º 2, pp. 353-364.

HOWE, C. W., y EASTER, K. W. (1971), *Interbasin Transfers of Water. Economic Issues and Impacts*, Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

ISRAEL, M., y LUND, J. R. (1995), «Recent California Water Transfers: Implications for Water Management», *Natural Resources Journal*, vol. 35, n.º 1.

JOHNSON, J. W. (1980), *Summary of the 1980 Arizona Groundwater Management Act* (no publicado).

MACDONELL, L., y HOWE, C. (1986), «Protección de la zona de origen en los trasvases entre las cuencas: Evaluación de métodos alternativos», en F. Aguilera (1992), *op. cit.*

MARTIN, W., *et al.* (1989), «Hacia el mantenimiento de una metrópolis en el desierto. Usos del agua y de la tierra en Tucson, Arizona», en F. Aguilera y S. C. Nunn, *Problemas en la Gestión del Agua Subterránea: Arizona, Nuevo Méjico y Canarias*, La Laguna: Universidad de La Laguna, Secretariado de Publicaciones.

MISHAN, E. (1971), *Los costes del desarrollo económico*, Barcelona: Oikos-Tau.

MISHAN, E. (1971 a), «The postwar literature on externalities: an interpretative essay», *Journal of Economic Literature*, vol. IX, n.º 1.

National Research Council (1992), *Water Transfers in the West. Efficiency, Equity, and the Environment*, Washington, D. C.: National Academy Press.

NUNN, C., e INGRAM, H. (1988), «La información, el foro de decisión y los efectos sobre terceros de las transacciones de agua», en F. Aguilera (1992), *op. cit.*

OCDE (1987), *Pricing of Water Services*, París.

PIGOU, A. C. (1974), *Introducción a la economía*, Madrid: Ariel.

PERROUX, F. (1973), *Poder y Economía*, Madrid: Ediciones ICE, 1981.

POLANYI, K. (1976), «La economía como actividad institucionalizada», en K. Polanyi, M. Arensberg y H. W. de Pearson, *Comercio y mercado en los imperios antiguos*, pp. 289-316, Barcelona: Labor.

POUND, R. (1950), *Las grandes tendencias del pensamiento jurídico*, Barcelona: Ariel.

Review Group (1983), «La gestión de los recursos hídricos en Israel», en F. Aguilera (1988), *op. cit.*

SOLER, C. (1994), Comunicación personal.

STRANGE, S. (1988), *States and Markets*, Nueva York: Basil Blackwell.

SADAN, E., y BEN-ZVI, R. (1987), «The Value of Institutional Change in Israel's Water Economy», *Water Resources Research*, vol. 23, n.º 1, pp. 1-8.

SCHMIDT, R. H., y PLAUT, S. E. (1995), «La Política Hidráulica de California e Israel», *El Campo*, n.º 132, pp. 295-325. Servicio de Estudios BBV.

SAWARA (1983), Tucson Active Management Area (1983), *A water issues primer for the Tucson Active Management Area*, Arizona: Southern Arizona Water Resources Asociation Tucson.

TOOL, M. R. (1977), «A social value theory in neoinstitutional economics», *Journal of Economic Issues*, vol. XI, n.º 4, pp. 823-846.

UTTON, A. (1985), «In Search of an Integrating Principle for Interstate Water Law: Regulation versus the Market Place», *Natural Resources Journal*, vol. 25.

YOUNG, R. A. (1986), «¿Por qué hay tan pocas transacciones de agua?», en F. Aguilera (1992), *op. cit.*

LAS NUEVAS TÉCNICAS DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA DEMANDA ELÉCTRICA Y SU APLICACIÓN A LA ECONOMÍA DEL AGUA

Antonio Estevan
Grupo de Estudios y Alternativas (GEA 21)

Resumen

En la ponencia se propone abordar el tema de la gestión de la demanda de agua desde una perspectiva global que resulta sustancialmente nueva en nuestro país. En síntesis, se trata de utilizar los enfoques generales y la considerable experiencia acumulada en los últimos años en diversos países en materia de gestión de la demanda eléctrica, para comenzar a articular en España las políticas o programas integrados de gestión de la demanda de agua, cuya necesidad se hace de día en día más evidente. Desde el punto de vista estructural, ambos problemas presentan notables similitudes. Se trata de sistemas de suministro y distribución continua de fluidos basados en fuentes de generación o captación centralizadas, redes de distribución unificadas, y sistemas de consumo atomizados y muy diversificados. Además, ambos fluidos se utilizan básicamente para obtener determinados servicios, y no para ser consumidos directamente: servicios de iluminación, energía mecánica, calor, etc., en el caso de la electricidad, y servicios sanitarios, de limpieza, recreativos, de riego, etc., en el caso del agua. Lo que interesa es obtener el servicio deseado, y ello puede lograrse con consumos muy diferentes del recurso básico, dependiendo de las técnicas y sistemas que se apliquen a su utilización.

En consecuencia, se considera que la utilización de las experiencias obtenidas en materia de gestión de la demanda eléctrica como marco general de referencia, y como orientación frente a determinados problemas concretos de la gestión de la demanda de agua, puede ayudar a acortar los plazos de puesta a punto de programas operativos, y a evitar posibles disfunciones en el diseño y aplicación de los programas.

1. Introducción: de la «analogía hidráulica» a la «analogía eléctrica»

Tradicionalmente, en la mayoría de los centros docentes en los que se imparten enseñanzas de electrotecnia, se ha venido recurriendo al empleo de la llamada «analogía hidráulica» para facilitar la comprensión de determinados conceptos de las técnicas eléctricas. Por lo general, las personas están familiarizadas desde la niñez con las propiedades de los flujos hidráulicos (caudales, presiones, embalses, etc.), y determinadas propiedades poco evidentes de los flujos eléctricos pueden ser ilustradas y fácilmente comprendidas recurriendo a la comparación con ciertos fenómenos hidráulicos que guardan con ellas notables semejanzas.

Dada la complejidad que los problemas de abastecimiento hidráulico están alcanzando actualmente en numerosas zonas de España, puede ser oportuno invertir esta tradicional analogía, y enfocar la interpretación de ciertos problemas del agua mediante determinadas «analogías eléctricas».

Tal como se explicará en los próximos apartados, desde hace años la producción de energía eléctrica ha alcanzado en ciertas regiones de los países industrializados ciertos límites absolutos que han impedido continuar el crecimiento de los abastecimientos primarios. En unos casos, tales límites han sido determinados por restricciones en las fuentes energéticas básicas; en otros, por limitaciones en otros aspectos de la generación eléctrica, como la capacidad de inmisión de la atmósfera. El caso es que los sistemas eléctricos afectados por tales restricciones absolutas se han visto obligados a reaccionar aplicando criterios no convencionales, y actuando principalmente sobre fases del ciclo eléctrico distintas de la generación.

Los enfoques y las técnicas aplicadas desde finales de los años ochenta –principalmente en los Estados Unidos– para afrontar este problema se conocen como Planificación Integrada de Recursos (PIR) y Gestión de la Demanda Eléctrica (GDE). A lo largo de sus primeras etapas de aplicación se ha acumulado una considerable experiencia, y se han obtenido resultados muy positivos, pese al escepticismo e incluso la hostilidad con que inicialmente fueron recibidos estos planteamientos en los ámbitos tradicionales de la industria eléctrica.

Existen muchas razones para pensar que los enfoques aplicados para la resolución de los problemas derivados del uso masivo de la energía eléctrica en determinadas zonas del mundo industrializado pueden ser de gran utilidad para ayudar a resolver, o al menos a paliar, los problemas hidrológicos a los que se enfrentan ciertas zonas de España.

El fondo de la cuestión es idéntico: se han alcanzado ciertos límites en el suministro primario de un recurso básico. Las vías para forzar la ampliación del suministro primario de ese recurso básico (nuevas centrales en el caso eléctrico, nuevos embalses y trasvases en el caso hidráulico) existen en el plano teórico, pero se enfrentan a graves dificultades políticas, ecológi-

cas o presupuestarias para su materialización. Estas dificultades obligan a volver la vista hacia otras formas de resolver las exigencias de la demanda.

Desde el punto de vista estructural, ambos problemas presentan también notables similitudes. En ambos casos se trata de sistemas de suministro continuo de fluidos, cuyas piezas básicas guardan notables semejanzas: sistemas de generación o captación centralizados, redes de distribución unificadas y de gran desarrollo, y sistemas de consumo atomizados y muy diversificados.

Además, ambos fluidos se utilizan básicamente para obtener determinados servicios, y no para ser consumidos directamente. La energía eléctrica se utiliza para obtener ciertos servicios mecánicos, térmicos, de iluminación, electroquímicos, etc. El agua distribuida, salvo en una proporción ínfima, no es consumida directamente por los seres humanos, sino que se utiliza para obtener servicios sanitarios, de limpieza o lavado, recreativos, de riego, etc. Lo que interesa es obtener el servicio deseado, y ello puede lograrse con consumos muy diferentes del recurso básico, dependiendo de las técnicas y sistemas que se apliquen a su utilización.

Por último, ambos sistemas de suministro presentan también notables similitudes en otros aspectos más circunstanciales, como la existencia de agudos ciclos diarios y estacionales de consumo, las restricciones económicas y sociales que impiden resolver el problema recurriendo simplemente a drásticas elevaciones del precio para facilitar la entrada masiva en el mercado de fuentes alternativas de suministro, etc.

Dadas las notables similitudes entre ambos campos, la aplicación a la gestión hidráulica de los principios de la Planificación Integrada de Recursos y la Gestión de la Demanda desarrollados para el sector eléctrico requerirá, como lo exigió en su día en las industrias eléctricas que se enfrentaron al mismo problema, la introducción de profundos cambios en la concepción vigente de la organización y gestión de los sistemas de suministro de agua que, particularmente en el ámbito urbano, se ha venido construyendo a lo largo del último siglo.

2. Los nuevos instrumentos de la eficiencia y el ahorro eléctrico

2.1. La Planificación Integrada de Recursos y la Gestión de la Demanda Eléctrica.

Los antecedentes de estos enfoques hay que buscarlos probablemente en determinados estudios iniciados en los Estados Unidos a mediados de los años ochenta[1]. En ellos se buscaba la identificación de las estrategias

[1] KRAUSE, F., «Reducción de las emisiones de carbono con ahorro de dinero: una estrategia de mínimo coste para Europa Occidental, en *Energía para el mañana* (varios autores), Madrid: Catarata, 1993.

que resultasen de «mínimo coste» para la reducción de las emisiones de carbono a la atmósfera debidas a la producción de energía eléctrica y, sorprendentemente, se llegaba a la conclusión de que tales estrategias eran mucho más baratas y operativas si se basaban en la mejora de la eficiencia en el lado de la demanda (consumo de energía), y no en la aplicación de nuevas tecnologías e inversiones productivas en el lado de la oferta (producción eléctrica). De este modo se cuestionaban las tesis tradicionalmente dominantes en el sector eléctrico, que consideraban la demanda como un dato o variable de evolución prácticamente independiente, y sólo admitían, en consecuencia, intervenciones en el lado de la oferta para satisfacer una demanda siempre creciente.

A partir de estos estudios se fueron diseñando diversas técnicas para avanzar sistemáticamente hacia la mejora de la eficiencia en la utilización global de la energía aportada por los sistemas de suministro de electricidad. El conjunto de estas técnicas es conocido como «Planificación Integrada de Recursos» (PIR).

El enfoque general de la planificación integrada de recursos pretende superar la visión tradicional del suministro y consumo de recursos como un sistema de regulación lineal, en el que una mayor demanda requiere una oferta proporcionalmente mayor, y ésta requiere a su vez una ampliación proporcional de la capacidad de producción y distribución. Analizando localmente y a microescala los sistemas de suministro y consumo de cualquier recurso, se descubren infinidad de vías para quebrar esta retroalimentación lineal: mejoras de la eficiencia en el consumo, utilización simbiótica del recurso entre diferentes usuarios, almacenamiento distribuido, formas locales de abastecimiento total o parcial, utilización de recursos locales sustitutivos, etc.

La coordinación de todos los medios que permiten escapar del insostenible mecanismo lineal de ajuste de la oferta a una demanda que se supone inexorablemente creciente, constituye el objeto de la PIR. De este modo se logra que amplios conjuntos de acciones que tomadas individualmente no ofrecen interés por su escasa incidencia sobre el problema en presencia, aporten soluciones eficaces –y económicamente competitivas– al quedar articuladas y mutuamente reforzadas en un marco de planificación integrada.

La Planificación Integrada de Recursos introdujo estos planteamientos en el seno del sector eléctrico, demostrando que las mayores oportunidades para cumplir los objetivos propios de un sistema de producción y distribución de electricidad, en las nuevas condiciones sociales y ambientales que se perfilaban para el futuro inmediato en los países industrializados, se encontraban frecuentemente en ámbitos ajenos a las tecnologías de generación, cuyo perfeccionamiento y ampliación había venido siendo tradicionalmente el objetivo casi exclusivo de la gestión de las compañías eléctricas.

El enfoque PIR ha sido ya adoptado por más de 30 estados norteamericanos como norma estándar de planificación de sus respectivas compañías eléctricas. Con esta o con otras denominaciones similares ha sido también introducido ya en diversos países europeos.

El área de actuación o de oportunidad que ha venido siendo identificada como de máximas posibilidades en la práctica totalidad de las iniciativas de PIR, es la que viene siendo denominada en la literatura especializada como «Gestión de la Demanda Eléctrica» (GDE), o «Demand Side Management» (DSM) en su versión anglosajona, hasta el punto de que en la actualidad ambos conceptos prácticamente se identifican.

El concepto de GDE se sustenta sobre un cúmulo de evidencias que indican que la optimización del uso de la energía aportada por los sistemas de generación y distribución existentes (parque de centrales, redes eléctricas) puede resultar económica y socialmente más conveniente que la continua ampliación de tales sistemas para atender una demanda que se supone inexorablemente creciente. Incluso desde el punto de vista de las compañías eléctricas, mediante la introducción de determinados cambios en la normativa de regulación sectorial, la saturación de las infraestructuras disponibles puede resultar más rentable que la construcción de nuevas instalaciones de producción y distribución, cada vez más caras debido a las crecientes exigencias ambientales, y cada vez más orientadas a satisfacer las puntas progresivamente más agudas de la demanda, mediante equipos que forzosamente estarán ociosos durante buena parte del año.

Estas ideas consiguieron abrirse paso en determinados medios de la industria eléctrica norteamericana conectando con un problema que llevaba ya años preocupando a los responsables del sector, que era el de la progresiva distorsión de la curva anual de carga de los sistemas de suministro de electricidad. En numerosos estados norteamericanos de clima cálido, como California y los estados del Sur, pero no sólo en ellos, la generalización de los sistemas de aire acondicionado en los ámbitos doméstico y comercial, así como la creciente proliferación de piscinas y otras instalaciones recreativas domésticas o colectivas cuyo mantenimiento requiere la utilización de electricidad, estaban provocando puntas de consumo en verano de magnitud creciente. El progresivo calentamiento urbano por disipación de la energía consumida retroalimentaba el proceso, al incrementar las necesidades de refrigeración. Estas puntas coincidían, por otra parte, con las épocas de menor disponibilidad hidroeléctrica, así como, en ciertas zonas, con las demandas suplementarias debidas al incremento estival de las actividades turísticas.

Las nuevas técnicas de gestión de la demanda eléctrica ofrecían a las compañías interesantes posibilidades para lograr «aplanar» las curvas de evolución diaria, semanal y estacional de la demanda, reduciendo los picos que obligaban a disponer de infraestructuras de suministro crecientemente

sobredimensionadas respecto a la demanda media. Este aplanamiento, junto con otras actuaciones, debía permitir también alcanzar una reducción del consumo global, puesto que los recortes previstos en numerosos consumos punta acabarían convirtiéndose en mejoras estructurales de la eficiencia de la utilización de la energía. Todo ello debería facilitar un funcionamiento global del sistema eléctrico con un grado medio de saturación de las instalaciones disponibles sensiblemente superior, y por tanto, con una mayor rentabilidad global.

Los primeros planes sistemáticos de ahorro energético basados principalmente en estas orientaciones fueron diseñados a finales de la pasada década en varios estados norteamericanos, y puestos en marcha aproximadamente hacia 1990, con algunas intervenciones puntuales anteriores. Desde entonces se han realizado numerosos estudios teóricos en relación con estas técnicas, y su aplicación se ha extendido a otros lugares, en Estados Unidos y en otros países. En el momento actual son ya más de 40 los programas globales de GDE iniciados en Estados Unidos, y varios más en Canadá, Dinamarca, Suecia, Países Bajos, Reino Unido y otros países. En España han entrado en vigor recientemente los primeros programas de gestión de la demanda eléctrica, mediante acuerdos entre el Ministerio de Industria y Energía y las compañías eléctricas[2].

Pero lo más interesante a los efectos del presente trabajo es que se cuenta ya con los primeros balances de la aplicación de este tipo de políticas en sistemas eléctricos de dimensión considerable. Dos de los más interesantes son el de la compañía eléctrica del condado de Sacramento, en el estado de California, y el iniciado conjuntamente por las tres principales compañías que suministran electricidad al estado de Massachusetts.

2.2. La experiencia de Sacramento (California)

Sacramento es la capital del estado de California, y recibe su suministro de energía eléctrica a través de la compañía «Sacramento Municipal Utility District» (SMUD), de titularidad municipal. SMUD sirve a un área metropolitana con cerca de un millón de habitantes de elevado nivel medio de renta, los cuales, junto con las actividades industriales y de servicios, mantienen con la compañía 470.000 contratos de suministro eléctrico con una carga pico de 2.300 MW.

En 1989, un referéndum popular obligó al cierre de la principal central de generación del sistema –la planta nuclear de Rancho Seco, de 900 MW de potencia instalada–, que generaba cerca del 50% de la energía dis-

[2] Se trata del Programa de Ahorro y Eficiencia Eléctrica, que cuenta con un presupuesto de 5.000 millones de pesetas para el ejercicio de 1995.

tribuida por SMUD. Ante la situación creada, el nuevo director general –S. D. Freeman, ex-director de la Tennessee Valley Authority– organizó un sistema provisional de suministro basado en la adquisición de energía a otras empresas de la región, mientras ponía en marcha un proceso de Planificación Integrada de Recursos que permitiera a medio y largo plazo el reequilibrio del sistema recurriendo en la menor proporción posible a la construcción de nueva capacidad de generación. Los ejes del PIR fueron los siguientes[3]:

– Nueva gestión de compras y ventas de energía.
– Programas de Gestión de la Demanda Eléctrica (GDE).
– Modificación de las plantas existentes.
– Construcción de nueva capacidad de generación.

Dejando aparte las interesantes orientaciones con las que fueron abordados los programas de construcción de nueva capacidad de generación, por ejemplo con la instalación de 50 MW eólicos, la puesta en práctica de los programas de GDE, que son los que más interesan a los efectos de la presente nota, comenzó en 1991.

Desde entonces se han iniciado más de veinte programas de GDE, agrupados en cinco bloques:

* Gestión de Carga.

Incluye acuerdos con usuarios residenciales o profesionales para desconectar determinados equipos (acondicionadores de aire, depuradoras de piscinas, bombas de agua, etc.) durante ciertos períodos de tiempo en las horas punta del consumo en los días de verano, así como la temporización de equipos para funcionamiento discontinuo. La desconexión y la temporización son automáticas, mediante controladores horarios sellados o mediante interruptores controlados por radio desde la central de operaciones de SMUD. Incluye asimismo la instalación de generadores autónomos, o la adaptación de los ya existentes en hospitales y otros centros de consumo, para su conexión en puntas de consumo.

* Reajuste del consumo en el ámbito residencial.

Incluye una amplia gama de acciones para reducir el consumo doméstico de electricidad: programas de aislamiento térmico, plantación de árboles de sombra, introducción de lámparas de bajo consumo, sistemas de agua caliente solar, mejoras en la regulación de los sistemas eléctricos de climatización, desconexión de usuarios lejanos mediante sistemas fotovoltaicos, etc.

---

[3] WEEDALL, M., Program Overview. Sacramento Municipal Utility District. Sacramento (Cal), 1994. Ponencia presentada a las Jornadas de Debate de GREENPEACE sobre «El Sector Eléctrico en España. Nuevas Perspectivas», Madrid, 3 y 4 de noviembre de 1994.

* Reajuste del consumo en el ámbito comercial/industrial.

Incluye programas de inversión en eficiencia específicos para los diferentes grupos de usuarios (comercio, oficinas, industrias, etc.) acompañados de la realización de auditorías energéticas individualizadas.

* Mejora de la eficiencia en equipos eléctricos.

Incluye programas que estimulan la sustitución de equipos ineficientes (refrigeradores, congeladores, acondicionadores de aire, motores, bombas, etc.) por otros con mejores prestaciones energéticas.

* Mejora energética de la nueva edificación.

Incluye programas que estimulan la eficiencia energética de los nuevos edificios residenciales o comerciales, tanto a través del diseño arquitectónico como de la introducción de sistemas de almacenamiento energético que permitan reducir la energía tomada de la red en las puntas de carga.

Cada uno de los programas lleva asociado un tipo específico de incentivos que estimulan la incorporación de usuarios al mismo. En la mayor parte de los casos los incentivos son económicos: descuentos en la factura global, reducciones del precio del KWH bajo ciertas condiciones, descuentos en la cuota de conexión o de potencia, acuerdos con fabricantes de equipos eficientes para rebajar los precios, etc. En otros casos, sin embargo, se solicita la colaboración voluntaria de los ciudadanos o las empresas.

Los resultados obtenidos hasta el momento son bastante espectaculares. En los tres primeros trimestres de 1994, con todos los programas funcionando ya a pleno rendimiento, se logró reducir las necesidades de capacidad instalada en 43,6 MW, y el consumo de energía en 160,1 GWH. Para el año 2000 se espera reducir las necesidades de capacidad instalada en 350 MW, que corresponde a la potencia de una central térmica de tamaño medio.

El balance definitivo del ejercicio de 1992, primer año de funcionamiento intensivo del programa de GDE, contabilizó inversiones por valor de 59 millones de dólares, con un ahorro de 45 millones de dólares en las compras de energía a empresas exteriores. El programa de GDE generó en ese ejercicio la creación de 898 empleos.

2.3. El programa de Massachusetts

A mediados de los años ochenta era ya evidente que la región de Nueva Inglaterra no podría cumplir el calendario de mejoras de la calidad del aire establecido por la legislación federal de contaminación atmosférica (Clean Air Act), a menos que se introdujesen cambios sustanciales en la producción y consumo de energía eléctrica, principal responsable, tras la circulación de automóviles, de la contaminación ambiental en la región.

En 1987, el Consejo de Política Energética de Nueva Inglaterra publicó el informe «Energía para ahorrar: un plan para aumentar la competitividad de Nueva Inglaterra a través de la eficiencia energética». En esencia, el informe proponía frenar el crecimiento de la producción y el consumo de energía eléctrica a través de la GDE, señalando además que estas políticas ofrecerían importantes ventajas y beneficios a la economía de la región.

Varios estados de la región establecieron a partir de entonces diversos programas de GDE. El más importante de ellos ha sido el acometido en el estado de Massachusetts, en el que han participado las tres mayores compañías eléctricas del estado: Boston Edison Co., Western Massachusetts Electric Co. y Massachusetts Electric Co.

Las tres compañías comenzaron a realizar ciertas inversiones ya en 1988, pero el grueso de los programas comenzó a ser operativo en 1990. Desde entonces se han puesto en marcha 60 programas de DSE, 33 de ellos en el sector doméstico y 27 en los sectores comerciales e industriales.

La mayor parte de los programas tienen orientaciones similares a las descritas para el caso de Sacramento. En Massachusetts, sin embargo, las actuaciones sobre grandes empresas han tenido más peso que en Sacramento, dada la mayor densidad industrial del área metropolitana de Boston.

La evaluación oficial, recientemente culminada, de las actuaciones en el cuatrienio 1990-1993 indica que[4]:

* Se han realizado inversiones por valor de 451 millones de dólares.
* Se han reducido las necesidades de capacidad en los períodos punta del verano en 265 MW.
* Se ha reducido el consumo de energía en el equivalente a la producción de una planta de 360 MW funcionando al 85% de su capacidad.
* El Valor Actual Neto de los beneficios obtenidos asciende a 850 millones de dólares.

En relación con el empleo, no están todavía disponibles los datos para el conjunto del cuatrienio, pero el Consejo de Eficiencia Energética de Massachusetts indica que sólo en el ejercicio de 1991 los programas de GDE generaron 2.350 empleos[5]. La temprana puesta en marcha de los programas de GDE en el estado de Massachusetts facilitó la aparición de pequeñas empresas especializadas en eficiencia energética en este estado antes que en ningún otro del Este de los Estados Unidos. De este modo se

---

[4] SCHLEGEL, J., COAKLEY, S., y otros, «Empresas eléctricas: programas de gestión de la demanda. Costos y ahorros. Resultados de evaluaciones en la región de Nueva Inglaterra». Ponencia presentada a las Jornadas de Debate de GREENPEACE sobre «El Sector Eléctrico en España. Nuevas Perspectivas», Madrid, 3 y 4 de noviembre de 1994.

[5] GROMER, P. (1992), *The Energy Efficiency Industry and the Massachusetts Economy,* Massachusetts Energy Efficiency Council, Concord (MA).

ha ido construyendo en Massachusetts una «industria de la eficiencia» que en la actualidad cuenta ya con 750 empresas y más de 15.000 empleos. La actividad de estas empresas desborda el ámbito del estado, y prestan servicios al conjunto de la región de Nueva Inglaterra, así como al resto de la Unión.

3. La planificación integrada de los recursos hidráulicos

3.1. Reducir la producción mejorando el servicio

En la industria eléctrica, el punto de partida para el replanteamiento global anteriormente descrito ha sido la ruptura con el objetivo genérico tradicionalmente asumido por los sistemas de producción y distribución de electricidad, que era el de asegurar un incremento indefinido del suministro. En la medida en que se daba por supuesto que el incremento sostenido del consumo eléctrico era al mismo tiempo una condición y una garantía para asegurar la continuidad del desarrollo económico y el aumento del bienestar, la función principal que debían cumplir los sistemas de suministro era la de asegurar la satisfacción de una demanda siempre creciente, con los costes más bajos posibles.

En la industria eléctrica mundial, este objetivo permaneció indiscutido desde su aparición como tal sector industrial, a finales del siglo XIX, hasta mediados de los pasados años ochenta. Se consideraba que ese era el objetivo «natural», esto es, la razón de ser de la industria eléctrica. Pero este principio intocable de organización de la industria quebró cuando, en determinadas zonas, el mantenimiento de los elevados niveles de consumo de electricidad alcanzados después de un siglo de crecimiento comenzó a ser insostenible desde el punto de vista ambiental. El crecimiento exponencial de los costes económicos asociados al desbordamiento de los límites ambientales obligó a reconocer que la solución más racional –incluso desde el punto de vista económico– era la reducción de la producción y el consumo. La multitud de ineficiencias acumuladas en los sistemas de utilización durante muchas décadas de suministros crecientes y progresivamente más baratos, ofrecía numerosas oportunidades para lograr este nuevo objetivo, impensable hasta entonces en la industria eléctrica.

Es importante recalcar que el objetivo final de los programas de Sacramento y Masachussetts anteriormente descritos era lograr la reducción en términos absolutos de la producción y el consumo globales de electricidad. No se trataba simplemente de introducir medidas de ahorro y mejora de la eficiencia eléctrica en ciertos usos para facilitar el crecimiento del consumo en otros, dentro del esquema tradicional de crecimiento global de la producción y el consumo, más o menos atenuado o controlado. Eso se venía

haciendo, con mayor o menor dedicación y esfuerzo, desde mucho tiempo atrás, en Estados Unidos y en otros muchos países industrializados. Lo realmente nuevo de estos programas ha sido la instauración de un proceso de estabilización y posterior decrecimiento de la producción y el consumo globales, asegurando a la vez el mantenimiento e incluso la mejora de los servicios obtenidos mediante la electricidad, a precios básicamente estables o incluso reducidos.

Análogamente, el objetivo de la estabilización y el posterior decrecimiento del consumo global de agua es la idea central que es necesario asumir como punto de partida para una nueva gestión del agua adaptada a los condicionantes ambientales que reinan en la mayor parte de España. El objetivo genérico de la política hidráulica a largo plazo debe ser la reducción global de la captación, distribución y consumo de agua, manteniendo e incluso mejorando al mismo tiempo los servicios obtenidos mediante el uso del agua. Sólo así será posible iniciar un proceso de paulatina recuperación de los desequilibrios hídricos acumulados desde hace largo tiempo en el país, y agudizados sobre todo en las últimas décadas.

Basta con observar el estado de la mayor parte de los ríos de las cuencas mediterráneas, centrales y meridionales, así como de los principales acuíferos conectados con ellos, para comprender que los límites de explotación de los ecosistemas acuáticos han sido ya completamente desbordados en extensas regiones de España. Como establece firmemente la economía ecológica, el desbordamiento de los límites ecológicos siempre conlleva desbordamientos paralelos de los costes económicos. En este contexto de límites ecológicos ya desbordados, cada nuevo proyecto de ampliación del suministro de agua para las zonas con menor pluviometría del país proporciona agua con un coste marginal siempre creciente.

Para resolver de modo estable los problemas de escasez de agua en amplias comarcas o regiones en las que el consumo ha ido más allá de las disponibilidades reales, es necesario comenzar a adaptar las formas de uso del agua a las condiciones ambientales reinantes. En la llamada «España árida», que, por cierto, en su mayor parte no es tan árida como se suele dar por sentado en el debate hidrológico, es necesario construir una nueva cultura y una nueva tecnología del agua, basadas en una mayor autonomía sobre los nada desdeñables recursos hidrológicos existentes.

Dadas las enormes ineficiencias acumuladas en el uso del agua en España tras décadas de suministros artificialmente baratos y de desvalorización social del agua como recurso, existe un inmenso campo de actuación en materia de mejora de la eficiencia hidráulica. La construcción y difusión de una nueva cultura y una nueva tecnología del agua que persigan ante todo la eficiencia y la autonomía puede permitir mantener y ampliar progresivamente las actividades económicas actuales, alumbrar importantes actividades económicas en el marco de una nueva industria de

la eficiencia hidráulica, mejorar a la vez la seguridad y la regularidad de los suministros, e incluso ir devolviendo caudales a los cauces naturales, para abordar la regeneración de los ecosistemas acuáticos.

Con la vista puesta en el largo plazo, no se puede renunciar o dar definitivamente por perdido este último objetivo, por lejano o difícil que pueda parecer desde la caótica perspectiva actual. Si se pretende avanzar seriamente hacia la recuperación ecológica del conjunto del territorio, en algún momento habrá que comenzar a devolver a muchos ríos y otros ecosistemas acuáticos españoles unos ciertos caudales que permitan volver a considerarlos como «ríos», y no como las ramblas que actualmente son.

Ciertamente, se trata de un planteamiento que rompe en cierto modo con la tradición hidráulica española, y que tampoco ha sido puesto en práctica de modo sustancial prácticamente en ningún país. Pero también es cierto que en ningún país desarrollado existen problemas de suministro y utilización del agua que reúnan al mismo tiempo la dimensión (por la escala de la población y las actividades afectadas) y la gravedad de los que se presentan en amplias zonas de España. Parece lógico, por tanto, que sea en España en donde se plantee la exploración de soluciones globalmente nuevas en este campo, como la que se propone en el presente trabajo.

3.2. Orientaciones generales de la planificación integrada de la gestión de la demanda de agua

En el nuevo enfoque global que aquí se propone para el agua por analogía con las nuevas políticas de planificación y gestión de la demanda eléctrica, deben ser revisados prácticamente todos los principios sobre los que se han venido basando las modernas formas «industriales» de gestión del agua a lo largo de las diferentes etapas del ciclo hidrológico: captación, distribución, utilización y vertido. Aunque es necesario reconocer que en los últimos años se han realizado notables esfuerzos para avanzar en determinados aspectos de los aquí planteados, es necesario introducir otros criterios que hasta la fecha no han sido contemplados, y sobre todo lograr la adecuada articulación de todas las medidas posibles en una planificación integrada.

En primer lugar, la captación de recursos hidráulicos debe dejar de ser contemplada exclusivamente con el enfoque clásico de la gran obra hidráulica, basado en la construcción de grandes sistemas de cabecera con grandes embalses y canalizaciones llamados a proporcionar la totalidad del recurso.

Al igual que los sistemas eléctricos han comenzado a incorporar infinidad de fuentes complementarias de suministro (cogeneración, microcentrales, pequeñas o medianas fuentes de energías renovables locales, etc.),

los sistemas de captación de recursos hidráulicos deben iniciar el camino hacia una diversificación de sus fuentes primarias que permita reducir la presión sobre los grandes sistemas hidrológicos: aguas subterráneas con excedentes probados, pequeños almacenamientos públicos o privados, captación de aguas pluviales, aguas reutilizadas de diferentes calidades y potenciales de uso, desalación de aguas salobres o marinas, etc. Para cada clase de agua, cada aplicación y cada punto de consumo, existe una forma adecuada de captación, con un coste distinto y un determinado precio al que es económicamente viable y ambientalmente sostenible la captación y suministro del recurso.

En segundo lugar, la distribución del agua debe de registrar un cambio de enfoque todavía más importante, particularmente en el campo del suministro urbano. El concepto actual del producto «agua potable» como producto único a distribuir por una red unificada y de alcance universal, para su utilización igualmente universal, debe ser profundamente revisado. Es necesario introducir nuevas clasificaciones que diferencien entre el suministro de agua estrictamente «potable», y las aguas aptas para otros usos residenciales, así como para diversos usos industriales, de mantenimiento urbano y de riegos de jardinería o agrícolas. Las redes de distribución deben ser diversificadas, para permitir el suministro de las diferentes calidades de agua para usos igualmente diferentes, y con precios y condiciones de suministro igualmente distintos.

El principio de acceso universal a las redes de agua centralizadas debe ser limitado en función de la distancia y la intensidad de utilización, puesto que es en la periferia de las redes donde se suelen registrar las mayores pérdidas en relación con la cantidad de agua distribuida, y donde en general resulta más viable y frecuentemente más económico resolver el abastecimiento de modo autónomo.

Pero donde los cambios han de ser más decisivos es en la fase del consumo. Las compañías de abastecimiento de agua han de comprender que tienen que intervenir en el consumo final, en contra del principio general que rige en la actualidad, según el cual lo que ocurra «a partir del contador» no es de la incumbencia del servicio de suministro.

Las formas y modalidades de contratación deben experimentar modificaciones sustanciales. Los contadores colectivos (para fincas o comunidades) deben ir siendo eliminados, pues constituyen una invitación al despilfarro. Primero en la nueva edificación, y progresivamente en la edificación existente, se deben ir introduciendo contadores individuales para cada unidad de consumo. Los contratos con las diferentes categorías de consumidores deben ser replanteados para que recojan la diversa realidad de las necesidades y los problemas del suministro. Pueden reconocer, por ejemplo, el mayor valor del agua en las puntas estacionales de consumo, y su valor menor en las fases menos conflictivas del ciclo anual. Cabe contem-

plar asimismo suministros reversibles para usuarios con importante capacidad de almacenamiento, tarifas nocturnas, acuerdos de desconexión en momentos críticos de consumo, y otras diversas modalidades de relación contractual que hasta la actualidad apenas han sido consideradas en el ámbito hidráulico.

Cada unidad o agrupación de unidades de consumo debe ser contemplada como un centro potencial de ahorro y mejora de la eficiencia. El agua que entra en una unidad de consumo (vivienda, comunidad, industria, etc.) debe agotar su potencial de utilidad y de prestación de servicios antes de salir al exterior. Para ello se debe estimular la introducción de cambios en los sistemas de fontanería y en los equipos consumidores de agua, así como la implantación de recirculaciones locales de agua utilizada inicialmente en usos escasamente degradantes (duchas, labavos, etc.) hacia usos en cascada más degradantes o consuntivos, que requieran calidades menores (inodoros, baldeos de locales, etc.).

La figura de la «auditoría hidráulica» debe ganar carta de naturaleza, como ya la tiene la figura de las auditorías energética o eléctrica. Las recomendaciones de tales auditorías para conseguir economías de consumo deben estar respaldadas por programas públicos de apoyo que faciliten la puesta en práctica de las medidas oportunas. Tales medidas se pueden extender a una diversidad de campos de intervención, que actualmente se suelen fiar a la buena disposición del público (por cierto, con resultados sorprendentemente positivos en muchos casos), pero que pueden ser enormemente potenciados con programas específicos de apoyo institucional.

Por último, la depuración debe dejar de ser considerada exclusivamente como la fase final del ciclo, esto es, como una operación deseable desde el punto de vista sanitario y previa al vertido a los cauces naturales o al mar. La depuración del agua debe ser interpretada como una actividad de reciclaje, esto es, como una fase interna del ciclo de utilización del agua, en lugar de convertirse en una función separada del resto del ciclo, con fines exclusivamente higiénico-ambientales que deben ser asumidos a título subsidiario por el sector público.

Todos estos cambios conducen a una profunda transformación del carácter y la cultura corporativa de las compañías de abastecimiento de agua, que deben tender a transformarse en compañías de «servicios hidráulicos», en lugar de ser compañías «productoras» y distribuidoras de agua. El equilibrio presupuestario de estas compañías debe dejar de buscarse en la distribución de cantidades crecientes de agua, para ser alcanzado a partir de una gestión más afinada de los recursos disponibles, y de la percepción de ingresos mediante la prestación de una mayor gama de servicios hidráulicos, más diversificados y personalizados en función de las características y necesidades de cada cliente.

Evidentemente, todas estas transformaciones introducen factores de complejidad en la gestión nada desdeñables, pero, como enseñan las experiencias norteamericanas en materia de gestión de la demanda eléctrica, una gestión hidráulica como la arriba descrita se vería rápidamente apoyada y facilitada por la aparición de numerosas compañías privadas locales dedicadas al suministro de los diversos servicios y equipos necesarios para el ahorro y la eficiencia en el uso del agua. Este tipo de empresas son notablemente generadoras de empleo, dado que su actividad tiene un elevado componente terciario, y acaban dando lugar al nacimiento de una verdadera «industria de la eficiencia», con perspectivas de actuación y mercado que rápidamente se extienden más allá de su propio ámbito local.

4. Aplicación de la planificación integrada de recursos hidráulicos a situaciones concretas

Una forma práctica de abordar el estudio de las posibilidades que ofrece la planificación integrada de la gestión de la demanda de agua, es la realización de estudios piloto aplicados a casos concretos.

Las experiencias americanas de planificación eléctrica alternativa desaconsejan, al menos en una fase inicial, la realización de grandes estudios a escala regional o estatal y de carácter omnicomprensivo, que intenten modelizar en todos sus detalles los posibles nuevos sistemas de suministros y consumos. Sin cuestionar la posible utilidad de estos tipos de análisis, lo cierto es que se suelen demorar largamente en el tiempo, y por su propia naturaleza están abocados a recomendar o formular políticas de gran alcance basadas en grandes decisiones –a menudo conflictivas–, que dificultan o retrasan sus posibilidades de aplicación.

Se ha observado que resulta más práctico estudiar directamente a nivel local, con la colaboración de los agentes interesados en cada caso, la viabilidad de una larga serie de posibles programas concretos de alcance limitado, pero que ofrecen individualmente expectativas de obtención de mejoras efectivas. Los objetivos globales de la gestión integrada en relación con las grandes variables del sistema (reestructuración y reducción de los suministros básicos, cambios generalizados de las pautas de consumo, etc.) se establecen adicionando los objetivos parciales que parece factible alcanzar en cada uno de los programas, en lugar de establecerlos globalmente «a priori», y buscar posteriormente las intervenciones parciales que presumiblemente pueden permitir alcanzar los objetivos globales prefijados.

Cuando se dispone de un bloque suficientemente amplio de programas que ofrecen expectativas aceptables de viabilidad, y que guardan entre sí la suficiente compatibilidad y posibilidades de coordinación, se diseña el

esquema de gestión unificada más adecuado y se inicia la aplicación de la planificación integrada. En función de la evolución y de las incidencias surgidas en los sucesivos programas implementados se va afinando su desarrollo por el método de prueba y error, y se van revisando periódicamente los objetivos globales.

Se adjunta a continuación una lista meramente ilustrativa de posibles programas cuya exploración en España podría resultar de interés, construida sobre la base de experiencias anteriores y de propuestas registradas en diversos documentos o en conferencias sectoriales, así como de analogías con los programas que han operado positivamente en el campo de la eficiencia eléctrica.

Programas de recuperación de recursos locales

– Programas especiales de depuración y reutilización compartidos con usuarios interesados.
– Intercambios de caudales con diferenciales de precio o volumen: agua de captaciones agrícolas de alta calidad por aguas depuradas.
– Aplicaciones de potabilización y desalación a pequeña escala local o a escala de usuarios especiales.
– Captación de aguas pluviales en mediana o gran escala.
– Adquisición de pequeños y medianos caudales privados, principalmente de aguas subterráneas.

Programas de gestión de redes hidráulicas

– Programa de revisión y mantenimiento integral de redes, concertados con comunidades.
– Recorte de redes: acuerdos de desconexión de usuarios lejanos o aislados.
– Desdoblamientos generales o parciales de redes para su especialización por calidades.

Programas de reducción de consumos residenciales

– Promoción de auditorías hidráulicas.
– Construcción de aljibes individuales o colectivos.
– Instalación de contadores individuales y especiales.
– Sustitución de sanitarios y equipo doméstico.
– Recirculaciones internas de agua para usos en cascada.
– Transformación de jardinería.

Programas de reducción de consumos en actividades económicas (agrarias, industriales y terciarias)

- Promoción de auditorías hidráulicas.
- Cambios en los procesos productivos.
- Sustitución o mejora de equipos.
- Instalación voluntaria de limitadores de consumo.

Programas de gestión de puntas de consumo

- Acuerdos de desconexión automática del suministro en horas o días punta.
- Reorientación de consumos especiales hacia las fases valle de los diferentes ciclos hidráulicos.
- Almacenamientos para grandes usuarios, eventualmente reversibles, desde y hacia la red.

Programas de normalización de la nueva edificación

- Redes de fontanería diversificadas.
- Sistemas de reutilización directa en usos compatibles.
- Captación de pluviales en cubiertas y espacios libres.
- Capacidades de almacenamiento obligatorias.

Post scriptum

A raíz de la presentación de esta ponencia en las Jornadas de Sevilla, y del debate que el enfoque en ella defendido suscitó en las instituciones responsables de la gestión hidrológica, la Secretaría de Estado (hoy Ministerio) del Medio Ambiente promovió la realización de un estudio piloto sobre una situación concreta en España. A este fin fue seleccionada la ciudad de Alicante, en la que concurren las circunstancias idóneas para la implantación de programas de Gestión de la Demanda del Agua: severa limitación de recursos básicos, buena calidad y mantenimiento de las redes de distribución, implantación generalizada de contadores individuales en todos los puntos de consumo y disponibilidad de información detallada y fiable sobre los consumos y los usos actuales del agua.

El estudio, recientemente finalizado, indica que, mediante la aplicación integrada de diez programas sectoriales de Gestión de la Demanda de Agua, cabría alcanzar en cinco años un ahorro del orden del 26% en el

consumo del agua sobre los niveles actuales, y ello partiendo de unos estándares de consumo y de unos porcentajes de pérdidas que se cuentan ya entre los más moderados de España. Asimismo, el estudio sugiere que el coste medio del agua ahorrada (entre 12 y 25 pta/m^3, según los diferentes programas) que quedaría disponible para otros usos a modo de nuevo «suministro», puede ser del orden de la mitad del coste actual del agua suministrada a la ciudad por el sistema Transvase-Taibilla, y aún menor si se compara con el coste del agua procedente de eventuales ampliaciones de las infraestructuras de suministro en alta.

DIFICULTADES Y OPORTUNIDADES DE UNA GESTIÓN RAZONABLE DEL AGUA EN ESPAÑA: LA FLEXIBILIZACIÓN DEL RÉGIMEN CONCESIONAL

Josefina Maestu
Ecotec, Research and Consulting Ltd.

Introducción

A la hora de hablar de un uso razonable del agua se ha planteado desde varios ámbitos profesionales la necesidad de una mayor flexibilidad en el régimen concesional. Flexibilidad que permita reasignar el agua entre los diferentes usos cuando sea necesario y flexibilidad que incentive a los agricultores y ciudadanos para que hagan un uso de ella más razonable. La flexibilización se plantea como una alternativa a una continua expansión de la oferta. Esta opción podría ser especialmente útil como alternativa a la construcción de nuevas infraestructuras que se diseñan para asegurar el agua, en situaciones de escasez, fundamentalmente coyuntural, pero que podría ser también una solución de carácter estructural en algunas zonas.

En este capítulo presento el modelo de asignación de agua en España y estudio las oportunidades y limitaciones, en el presente, del régimen concesional, para hacer operativa una gestión razonable. Presento ejemplos concretos de transacciones que son significativas, dentro del modelo actual de asignación del recurso, y las modificaciones parciales y globales que, desde diferentes estamentos, se están proponiendo al modelo actual: bolsas de agua, mercados de agua, creación de nuevas figuras que modifican el régimen concesional actual...

Intentaré contestar a las siguientes preguntas respecto de los problemas y oportunidades de nuestro marco institucional que hacen posible o impiden plantearnos alternativas al aumento permanente de la oferta:

– ¿Cuáles son las barreras institucionales que nos impiden ahorrar agua?

– ¿Cuáles son las barreras institucionales que nos impiden «mover agua» entre diversos tipos de usuarios?

– ¿Cuáles son las barreras institucionales que nos impiden utilizar unas dotaciones de agua más razonables?

1. La necesidad de flexibilización del régimen concesional

Hay, ahora, algunas cuestiones planteadas desde diversos círculos profesionales.

¿Podemos proponernos una continua expansión de la oferta de agua con costes crecientes, mediante nuevas tecnologías como la desalación, para satisfacer las necesidades cada vez mayores de agua de nuestro modelo territorial, especialmente en la España seca?

En paralelo, lógicamente, deberíamos preguntarnos también:

¿Cuál es el coste-oportunidad de la creación de estas nuevas infraestructuras frente al balance de costes y beneficios de otras alternativas como son el ahorro, las transferencias entre usos e incluso los mercados de agua?

Algunos estudiosos (Naredo, 1995) se sorprenden y plantean cuestiones como:

¿Es razonable llevar, en barco, agua del Ebro a una isla como Mallorca, con 20.000 hectáreas de regadío, en cantidad sólo equivalente al gasto anual de nueve de estas hectáreas?

¿Existen barreras institucionales que impiden o condicionan a los políticos para plantear otro tipo de soluciones para la obtención de agua «in situ»?

¿Es el régimen actual de asignación del agua, a través de concesiones, demasiado rígido para dar respuesta a las diferentes necesidades que se producen debido a las variaciones de precipitación y temperatura así como a los cambios del modelo territorial?

O, aún más concretamente:

¿Es razonable que un regante instale un sistema por goteo cuando el coste de regar a manta sería casi nulo?

¿Cómo es posible que convivan demandas insatisfechas, suspensión de concesiones, guerras de agua y racionamiento en la mitad sur de España con una dedicación de agua a usos pocos beneficiosos e incluso al despilfarro?

2. El modelo de asignación en España: Aguas Públicas y Aguas Privadas

La asignación de los recursos de agua en España, de hecho, se hace a partir de un modelo combinado de aguas públicas, explotadas en régimen de concesión, y de propiedad privada de aprovechamientos, fundamentalmente de aguas subterráneas.

En la legislación Española el propietario de los derechos del agua es el Estado que, a su vez, realiza concesiones, en determinadas condiciones, a diferentes usuarios. Estas pueden ser temporales, en precario o definitivas. El Estado subroga sus derechos a unos particulares, probada su necesidad, para un uso económico o de soporte de un servicio público. En ese sentido, los concesionarios tienen derechos de uso pero no de propiedad.

La concesión para el uso de un volumen de agua por los regantes se establece según la superficie regada y depende de las necesidades de los cultivos específicos y de las condiciones de las instalaciones de riego. (Existen 63.300 aprovechamientos de aguas superficiales en régimen de concesión de los 83.000 estimados.) La concesión implica una serie de derechos y de garantías en condiciones normales.

Los repartos de agua regulada los realiza la Comisión de Desembalse en los Organismos de Cuenca que decide el régimen de vaciado de los mismos atendiendo a los derechos concesionales de los usuarios y en función de las necesidades de riego (a petición de los usuarios).

Junto con el régimen de aguas públicas, en régimen concesional, convive un sistema que afecta a la mayoría de los aprovechamientos de aguas subterráneas acogidos a las disposiciones transitorias de la Ley de Aguas por la que se prorroga los derechos privados durante cincuenta años. De los 446.000 aprovechamientos subterráneos estimados sólo 14.000 están en régimen de concesión. El resto son de particulares (anteriores a la Ley de Aguas) o no están declarados. En todo caso, el régimen concesional sólo afecta a un número muy limitado de aprovechamientos subterráneos. Las aguas subterráneas se estima que cubren un 35% de las demandas de regadío y un 25% de las de abastecimiento.

Santafé (1995) ha destacado las limitaciones que el régimen concesional tiene para la gestión de las aguas subterráneas: «La comisión de desembalse –dice– puede controlar la asignación de aguas a cada uso pero es más difícil controlar los aprovechamientos, las cantidades utilizadas y los usos a los que están destinados los aprovechamientos subterráneos donde predomina la explotación individualizada».

3. Las posibilidades de reasignación y de realización de transacciones de agua en el régimen concesional presente

La reasignación de agua entre diferentes usuarios y las transacciones de agua son posibles, pero limitadas, de acuerdo con la presente legislación. Esas posibilidades pueden estudiarse a través de ejemplos concretos de reasignación que se dan en España:

Subastas de Agua (Sumpsi Viñas, 1995)

Desde hace siglos se practica la compra-venta de aguas mediante subastas entre los regantes en el Levante Español. Este modelo de carácter comunal, gestionado por las Comunidades de Regantes de manera descentralizada, ha conseguido racionar el agua y que haya una aplicación por hectárea más eficiente. Estos mercados son posibles, dentro de la legislación actual, por la moratoria de cincuenta años en la Ley de Aguas de 1985 que respeta los derechos anteriores, de propiedad de los pozos y del agua extraída, y que permite estas transacciones siempre que ya vinieran ocurriendo.

Algunos consideran que, en estos mercados, hay prácticas monopolísticas, lo que preocupa especialmente a los administradores de las cuencas, y que la sostenibilidad de la explotación de los acuíferos es escasa (Aguilera).

Mercados de Agua

En la Comunidad Canaria existe el derecho privado sobre la propiedad de los pozos y sus propietarios comercian con el agua (Aguilera, 1994).

Algunos de los problemas de los mercados del agua, en la Comunidad Canaria, son la desigual distribución del poder, en el mercado, de los distintos participantes, la falta de trasparencia e información de los títulos de propiedad, además de los ampliamente documentados por F. Aguilera por la falta de consideración de las afecciones al Medio Ambiente (explotación no sostenible de los acuíferos) y a terceros.

Trueque y transacciones dentro de una Comunidad de Usuarios

En general, la compra y venta de agua libre (sin autorización de las Confederaciones) entre usuarios, incluso dentro de una Comunidad de Usuarios no está autorizada. De acuerdo con la legislación actual, cuando un regante no agota el caudal que se le ha concedido no puede transferirlo a otro. Así, en principio, los regantes que generan los excedentes o, en su caso, que ahorran agua, no pueden ser compensados por ello.

A pesar de todo, dentro de las Comunidades de Regantes, se producen, a menudo, transferencias de horas de riego, transferencias de caudal, etc... en régimen de trueque, por horas o caudales, pero también a cambio de una compensación económica.

Ahora bien: normalmente, los excedentes que se producen son administrados por las Comunidades de Regantes que suelen repartirlos equitativamente entre todos los regantes, así como también los «recortes» en casos de escasez. Un caso aparte son las aguas subterráneas, en donde existen diferentes fórmulas asociativas (sociedades mercantiles, Comunidades de Bienes, Cooperativas, etc.) al margen de la Ley de Aguas, y donde es perfectamente válido el trueque, incluso con ventas a terceros.

Reasignaciones, en casos de sequía, realizadas por las Confederaciones

La reasignación de agua en situaciones excepcionales por sequía o escasez permiten la reasignación de agua y la realización de recortes como se han realizado en la mitad sur de España y en el Levante.

En situaciones de sequía se puede decir que se «suspenden de hecho» las concesiones y el organismo de cuenca puede proceder a reasignar las dotaciones a los diferentes usos (esto afecta poco a las aguas subterráneas).

La comisión de desembalse queda sustituida por un Comité que puede tomar medidas sin atender a la Comisión. De acuerdo con la Ley de Aguas la prioridad es de los abastecimientos, en segundo lugar de los usos agrarios, seguido por la producción de energía y los usos industriales.

En la Cuenca del Sur se han realizado obras de interconexión de sistemas para el abastecimiento de Málaga desde la presa de Viñuela que estaban destinadas al riego del Pla Guaro y al abastecimiento de la zona de la Axarquía (Vélez-Málaga, Torrox, Nerja, etc...). Estas obras de interconexión se han realizado de manera que puedan funcionar en ambos sentidos ya que la pluviometría varía mucho.

En este caso la reasignación entre usos se ha realizado vía suspensión de las concesiones por la Ley de Sequía, pero al pasar el agua de un sistema a otro a través de sistemas gestionados por empresas privadas está teniendo que haber un pago por la utilización de la parte del sistema privado y la parte del tratamiento que se hace (purificación, etc...). Estos procesos han sido mediados por la Confederación que ha establecido las compensaciones económicas.

Transacciones vía artículo 53.2 de la Ley de Aguas, cuando así lo exija su uso racional.

En 1994 se ha vendido agua entre la Comunidad de Regantes de Viar y el Ayuntamiento de la ciudad de Sevilla. La Comunidad de Regantes cedió el uso de 30 hm^3 a cambio de una compensación de 235 millones de pesetas (es decir, 7,9 ptas/m^3).

Esta modificación temporal de las condiciones de la Concesión tiene que ser autorizada por el organismo de cuenca y cumple las condiciones de transferencias a un uso prioritario. El pago de la indemnización en concepto de los ingresos que los regantes dejan de percibir por no regar se acoge al artículo 53 de la Ley de Aguas, cuando así lo exija su uso racional.

Acuerdos de transferencia de excedentes generados por obras realizadas a cargo de los destinatarios del agua

Hay documentado un caso de acuerdo formalizado por la Ley de Transferencia entre la ciudad de Tarragona y una comunidad de regantes.

Los excedentes/ahorros de agua producto de una serie de inversiones en la zona regable se destinaron a abastecimientos a la población. Estas inversiones están siendo pagadas por los ciudadanos de Tarragona a través de la factura del agua. Aumentaron sus recursos a un coste de 5,18 ptas/m³ de 1981.

Transacciones con aguas residuales

En las condiciones actuales de escasez de agua, cuando y donde los recortes de agua se producen hacia usos menos prioritarios, como los industriales o el riego de parques, que son los más afectados, se está acudiendo a la reutilización. Así hay ejemplos como:

– En la depuradora de Estepona y Guadalmansa se están haciendo una obras de 2.220 millones para la reutilización de aguas residuales y regar once Campos de Golf (algunos en Estepona y algunos en Marbella). Probablemente se configure como una Comunidad de Usuarios que obtenga la concesión de estas aguas.
– La compra de agua depurada a la ciudad de Ciudad Real para el Polígono Industrial de Puertollano para refrigeración.
– Compra de agua de las depuradoras para riego de campos de Golf en Almería.
– Campos de Golf que se riegan con agua de la depuradora de Marbella y se lo pagan directamente a la mancomunidad.
– Hoteles de Fuengirola reutilizan sus aguas residuales para regar sus campos de Golf.

Hay ejemplos más complejos, como el Sistema de Marina Baja (Benidorm) que lleva diez años funcionando o la reutilización de las aguas residuales de Alicante (4 hm³) que son anteriores a la Ley de Aguas.
Algunas de estas transacciones se producen porque hay un vacío legislativo o una interpretación especial de la legislación con respecto a la propiedad de las aguas depuradas.

Además existen otras vías de modificación de la condición de la concesión en la legislación vigente (Villarroya, 1995):

1. Los organismos de cuenca pueden **expropiar** las **concesiones, temporal o definitivamente**, en favor de otro aprovechamiento que lo preceda en el orden de prioridad siempre que así lo justifique el interés público (Decreto Ley de Sequía de julio de 1995).
La expropiación conlleva una compensación que estaría basada en el beneficio que el afectado deja de percibir como consecuencia de esa medida.

2. La vía de modificación de las condiciones de la Concesión.
La Legislación contempla la modificación de las condiciones de las concesiones, en todos los casos previa información pública.

Además, puede haber modificaciones, a instancias de los concesionarios de puntos de toma, o de las características de la concesión. En el segundo caso no hay compensación y en el primero sí que la hay respecto de los perjudicados.

3. **La revisión de las concesiones que se realizan a instancias de la Administración.**

Entre las causas de revisión se incluyen la modificación de las circunstancias que dieron lugar a la concesión, la de fuerza mayor y la de adecuación a las normas del Plan Hidrológico de Cuenca.

Por ejemplo, si se plantea una modificación de las dotaciones por hectárea, como consecuencia de adecuación a nuevas normas de un Plan Hidrológico de Cuenca por las mejoras realizadas en las instalaciones de riego por parte de la Administración, o de un ajuste a las circunstancias locales, asumiendo un mayor grado de eficiencia de las instalaciones privadas. En estos casos, la revocación total o parcial de la concesión dará lugar a indemnización por parte del Estado.

4. Limitaciones y problemas de la legislación actual. Hacia una explicación de la «crisis» del régimen concesional actual

Si las transacciones y la reasignación de agua son posibles dentro del marco legislativo actual ¿cómo se explica la percepción y la frustración de algunos comentaristas sobre las dificultades o imposibilidad de reasignación dentro del marco existente que genera ineficiencias y tiene el agua dividida en compartimentos estancos (Naredo, 1995)?

4.1. La legislación actual permite la reasignación y, en algunos casos, las transacciones de agua entre usos (incluyendo la posibilidad de compensaciones económicas), pero tiene importantes limitaciones que hacen difícil que se produzcan:

1. La titularidad del *derecho al uso* del agua, que confieren las concesiones, va unida a la del precio que se riega y, por tanto, sólo puede ser trasmitida cuando se trasmite la propiedad de la tierra.

2. La concesión, en principio, se otorga para un uso determinado y el agua no puede ser destinada a otro uso.

3. Es necesaria la intermediación y aprobación de la Administración en las reasignaciones o transacciones de aguas acogidas al régimen concesional.

A las Confederaciones se las ha asignado una función importante en estos procesos: regulan las condiciones de las modificaciones, arbitran en la fijación de las indemnizaciones y, por último, han de estar conformes con ellas.

Esta es una limitación importante para la generalización de las transacciones porque la Administración sólo podría ser parte de un número limitado de ellas y su respuesta, en general, es lenta.

En todo caso, la concesión es un procedimiento con garantías jurídicas, y su modificación debe conllevar información pública.

4. Hay una aplicación restrictiva de los supuestos actuales por parte de los Organismos de Cuenca.

En efecto, parece que la conformidad que, en la mayoría de los casos, debe dar la Administración, tanto a la indemnización como a la misma modificación de las concesiones, está impidiendo que éstas se produzcan.

Además, de acuerdo con algunos comentaristas, hay una filosofía generalizada de que no debe haber compensaciones económicas a particulares por un bien que es de dominio público.

En todo caso, la interpretación del Reglamento del Dominio Público, que hacen las Confederaciones, es muy restrictivo y no las favorecen, dentro de una filosofía generalizada de que no debe haber transferencias económicas a particulares por un bien que es de dominio público. Esto incluiría los ahorros de agua, que siempre serían de propiedad pública, por lo que es un desincentivo para que se produzcan.

5. No se contempla el que se puedan realizar transacciones directas entre usuarios, por mutuo acuerdo, sin aprobación de la Administración.

Sin embargo: las reasignaciones, en el marco legislativo actual, son más factibles en épocas excepcionales y más fáciles como solución temporal que como una alternativa estructural a la creación de nuevas infraestructuras.

4.2. El régimen concesional actual no se diseñó para gestionar unas condiciones de competencia por el recurso

El régimen concesional se estableció para asignar, fundamentalmente, el agua «nueva» que regulaba el Estado en un momento en el que la apuesta era fomentar los cultivos intensivos cuando, en el país, la mayoría de la población vivía de la tierra. Se puede decir que se estableció pues, para asignar aguas que se iban poniendo a disposición y no para asignarlas a usos competitivos en áreas de escasez de recursos. La idea era que, en condiciones normales, habría agua para todos y, con la construcción de nuevas infraestructuras, se evitaban situaciones competitivas en las que hubiera que asignar el recurso a usos alternativos.

Nuevas condiciones en una «economía madura» del agua

En una «economía madura» del agua la oferta es rígida a largo plazo, hay demandas crecientes, las obras hidráulicas tienen costes progresivos de mantenimiento y construcción, las externalidades derivadas del uso del agua son más notorias y el coste social de subvencionar algunos usos es elevado (Garrido, 1995). La agricultura en mi economía madura ve erosionada su posición en favor de otros usuarios.

El régimen concesional aún vigente, fue diseñado –insisto– en una época en la que primaba una política de fomento de la utilización del recurso con aportación de nuevos caudales para diferentes usos. Ahora, existe una fuerte competencia entre los diferentes usuarios típicos de una «economía madura» lo que obliga a la utilización más eficiente de dichos recursos, y a la adaptación del régimen concesional a las nuevas circunstancias.

Las nuevas condiciones que hacen cuestionar el régimen concesional

Los retos a la asignación pública del recurso han tenido un carácter doble: por una parte, el derivado de una «economía madura» del agua cuando cada vez es más difícil acceder a nuevas fuentes de abastecimiento a costes baratos (costes marginales crecientes) y, por otra, de carácter coyuntural derivada de un período especialmente escaso de lluvias que han afectado sobre todo a la mitad sur de España. La posterior aparición coyuntural de lluvias torrenciales no significa que el problema no exista y no vuelva a plantearse en el futuro con la urgencia y gravedad sufrida.

No es coincidencia entonces que el modelo de asignación pública en España que se supone «sirve para asignar el agua cuando hay competencia», pero que, en realidad, está basado en la «huida de las situaciones competitivas» se empiece a cuestionar precisamente cuando se plantea la propia competitividad por el recurso de una manera más o menos generalizada, pero, sobre todo, en aquellas zonas donde existen las condiciones para una competencia real entre los altos valores marginales del agua en la agricultura intensiva (Almería, Mediterráneo) y en las que existen otros usos alternativos/complementarios, también intensivos, en agua como es el turismo.

Por otra parte, como el régimen concesional afectaba a las aguas reguladas por el Estado, no tenía sentido que afectara a las aguas subterráneas para cuyo aprovechamiento no hacía falta la intervención de la Administración. Solo más recientemente, con la nueva Ley de Aguas, es cuando se plantea que evitar las afecciones a terceros o al medio ambiente, requieren de la utilización más o menos racional de los acuíferos, y por ello se consi-

dera necesario ampliar la consideración (ya totalmente asumida por los profesionales) a todas las aguas como un bien del dominio público. En todo caso la gestión del régimen concesional de las aguas subterráneas es difícil, como ya he mencionado anteriormente.

Pero los problemas del régimen concesional también están relacionados con las circunstancias de asignación inherentes al carácter del recurso

De acuerdo con Sumpsi Viñas (1995) y Garrido (1995) serían que:

– Tiene oferta aleatoria.

– Fluye, discurre, de un lugar a otros y su uso genera afecciones a terceros y al medio ambiente.

– Presta servicios diversos e interrelacionados, entre ellos por su carácter de recurso económico multifuncional: el diluir vertidos, la refrigeración de centrales termoeléctricas, la generación de energía, se aplican a riegos (que retornan un 20%) y son utilizadas para los abastecimientos (con retornos de un 80%).

– En ocasiones, tiene naturaleza de bien público cuando, por ejemplo, debe construirse una presa para laminar avenidas y proteger a las poblaciones vulnerables.

– Alberga ecosistemas de los que se obtienen beneficios difícilmente evaluables.

– Su valor en cada momento depende del uso que se le dé.

5. Propuestas de alternativas de modelos de asignación y modificaciones al régimen de asignación actual para permitir un uso razonable del agua

5.1. Soluciones a los problemas de asignación

Es importante encontrar los mecanismos institucionales que permitan mejorar la eficiencia en el uso y conservación de los recursos. La movilización de los recursos es posible, pero el régimen concesional y los organismos de cuenca no lo propician. Hay barreras institucionales importantes.

Desde los estamentos universitarios, profesionales y desde la propia Administración se están haciendo diversas propuestas de modificación del régimen de asignación actual para dar respuesta a la previa situación de una «economía madura» del agua. Las propuestas van desde las más radicales, de creación de mercados de agua como el modelo de Canarias, a las de creación de figuras específicas que permitan/legitimen transacciones

entre usuarios o que incluyan la potenciación de las formas organizativas comunales de gestión de los recursos hídricos.

Las propuestas intentan dar respuesta a los problemas que actualmente genera el régimen concesional:

– En situaciones de escasez y competición por el recurso tanto coyunturales como de carácter estructural.
– Por falta de incentivos para el ahorro de agua.
– Cuando la reasignación se convierte en una alternativa a nuevas captaciones de agua.
– Si lo que se pretende es que los regantes, de manera voluntaria, dejen de cultivar una determinada superficie y faciliten ahorros de agua.

Las alternativas propuestas difieren con respecto a:

– Nivel de modificación del régimen de asignación existente.
– Papel del sector público.
– Si lo que es objetivo de transacción es el agua o los derechos de agua.
– La comercialización entre un mismo tipo de usuarios o entre diferentes tipos de usuarios.
– Las transacciones entre usuarios de una misma cuenca o subcuenca o entre usuarios de diferentes cuencas.
– La viabilidad institucional y social de las propuestas.

5.2. Modelos de asignación y de modificación del régimen concesional propuestos

Actualmente, se están proponiendo algunas respuestas interesantes de modelos de asignación privada, de modificación del modelo de asignación pública y de gestión comunada de los recursos. Entre ellas:

La generalización del modelo de la subasta

En este caso, el agua se subastaría entre los diferentes usuarios que manifiesten interés por pagarla. El Estado representaría a los servicios públicos que no puedan acudir a las subastas en las mismas condiciones que los demás:

Los participantes serían:

– Municipios.
– Empresas hidroeléctricas.
– Comunidades de Regantes.
– Complejos Turísticos.

En cuencas con alto nivel de variabilidad interanual podrían subastarse derechos de prioridad con diferente grado de garantía. La teoría económica apunta a esta vía como la mejor por considerar la disparidad de usuarios y garantizar un nivel óptimo de inversión del capital necesario para producir los bienes en los que el agua es un factor principal.

Mercados contingentes de aguas: para tratar el problema de la aleatoriedad de la acumulación de agua

Como describe Sumpsi Viñas (1995), se trataría de establecer unos contratos de opciones de futuro, entre usuarios, en caso de escasez. En estas condiciones los cedentes y los que reciben la cesión llegan a un acuerdo previo de transacción en determinadas condiciones, de manera que se agilicen y flexibilicen las posibles transacciones.

Estos contratos sustituirían a las Juntas de Sequía en la función de reguladora «ad hoc», que realizan, ahora, sin necesitar el acuerdo de las partes, aunque estén influidas por ellas.

Normalmente, merecerá la pena establecer este contrato de opción si se considera el coste oportunidad de las inversiones en soluciones alternativas para hacer frente a condiciones extraordinarias, y de la valoración que los regantes hagan de las pérdidas esperadas debidas a la cesión ocasional de sus recursos.

La **creación de un Banco de Agua** es otro de los modelos que se proponen en el que el Estado sigue teniendo un papel fundamental como intermediario de las transacciones y que ha sido descrito por NERA (1995).

En este caso, las transacciones son de volúmenes o caudales de agua y no de derechos concesionales.

La idea, en su forma más simple, consiste en la creación de un registro de quienes están dispuestos a ceder agua, por un lado, y, por otro lado, de los que necesitan agua en un momento determinado y estarían dispuestos a indemnizar a los que la ceden a un precio establecido o acordado. Este Banco de Agua sería administrado por el sector público. De hecho, se trataría de vender y comprar agua en un organismo público que se convierte en el obligado intermediario de todas las transacciones. El precio/indemnización vendría determinado en base a lo que el cedente está renunciando/en términos de valor de su producción (más un incentivo). Y, por ejemplo como en el modelo norteamericano de California, las transacciones se harían, de acuerdo con un criterio de prioridad, para satisfacer las necesidades urbanas mínimas, usos agrícolas fundamentales y asegurar la conservación del hábitat acuático.

El Banco de Aguas se comporta como una cámara de compensación que contabiliza las transacciones, las diseña y determina sus condiciones.

Permite, además, transacciones entre diferentes tipos de usuarios. Por ejemplo: que los regantes cedan agua para usos urbanos o a los industriales.

Una variación interesante de esta propuesta es la que considera que, con este modelo, las transacciones de agua que son posibles son entre aquellos usuarios vinculados a un mismo «sistema físico». Así, la conexión de todo el sistema de agua nacional mediante la red de trasvases, prevista en el PHN permitiría no sólo transacciones entre regantes y ayuntamientos/entes de gestión de la misma cuenca, que tengan sistemas conectados sino también entre regantes de diferentes cuencas, etc. En estos casos, los que cedan caudal deberían recibir una compensación que cubriera también el coste de las infraestructuras de conexión.

Transacciones «de agua» directas. Arrendamiento y compraventa temporal

En este modelo los que están dispuestos a ceder/vender y los que están dispuestos a comprar/indemnizar temporalmente acuerdan directamente las condiciones de la transacción. No se requiere una modificación definitiva de los derechos NERA (1995).

El Estado asume el papel de supervisar y asegurar que no existen afecciones al medio ambiente o a terceros o que no produzcan situaciones de monopolio.

Mercado de derechos del agua. Arrendamientos y compraventas definitivas con un nivel mayor o menor de intervención de los organismos públicos reguladores de los mercados (NERA, 1995)

De acuerdo con Garrido (1995), para algunos, el agua no es un recurso diferente y consideran que el sector privado puede y debe asumir la tarea de gestionar los recursos y facilitar el servicio que presta a la sociedad.

En este modelo los que deben decidir cómo usar el agua son los titulares de los derechos. Ellos deben decidir qué compensación económica aceptan por su cesión temporal o permanente. La asignación del recurso sería allí donde más valor tenga. En un mercado abierto los compradores y vendedores entrarían en contacto directamente.

Para establecer este mercado en España sería necesario que los derechos concedidos estuvieran claramente definidos de manera que fueran transferibles, y que exista una garantía física de ellos.

Los que propugnan los mercados de agua consideran que, sin embargo, es necesaria la reglamentación y regulación de los mercados por los poderes públicos, para asegurar la competencia, para el arbitraje en situaciones concretas, y para limitar las concesiones en los acuíferos a sus recursos medios renovables.

Existe la posibilidad de darle un papel mayor a las Comunidades de Usuarios (incluyendo usuarios de diversos tipos) en la gestión de las aguas públicas, que ha sido propuesta desde diferentes estamentos, considerando que aunque el agua sea propiedad pública no significa que no pueda gestionarse o asignarse comunalmente.

Esta fórmula asociativa puede ser especialmente adecuada pata la gestión de los recursos subterráneos, que incluya a todos los concesionarios y aprovechamientos en régimen privado (José María Santafé, 1995). Las Comunidades prepararían planes de explotación que serían supervisados por la Administración Hidráulica que también se ocuparía del seguimiento del cumplimiento de las condiciones de la explotación a través de redes de control y contadores.

La Ley de Aguas establece las bases para una gestión colectiva de los recursos subterráneos pero sólo hace obligatoria la constitución de comunidades en algunos casos concretos contemplados por los artículo 171 y 172 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

La necesidad de Comunidades de Usuarios en los acuíferos es clara dada la existencia de intereses comunes a los que atender y la existencia de relaciones muy intensas y de difícil separación entre usuarios de diferentes tipos: urbanos, regadíos e industriales.

Las Comunidades de Usuarios tendrían unas Juntas de Explotación y unas normas de explotación, respetando los derechos de que dispongan los diferentes usuarios. Llevarían a cabo, asimismo, la reordenación de las captaciones existentes y las infraestructuras de distribución.

5.3. Viabilidad institucional y social para la implantación de algunas de estas alternativas de asignación del recurso

1. El planteamiento de los mecanismos de mercado o su flexibilización pasa por un cambio en la concepción del agua como recurso y factor de producción que deba estar sometido a las leyes económicas para asegurar un uso eficiente.

En estos momentos, explícitamente, nuestro Derecho le otorga un carácter público y, por lo tanto, apuesta por un régimen concesional altamente intervenido.

2. El tipo de flexibilización que se plantea, sin embargo, no es totalmente extraño a nuestro régimen jurídico, tal y como se ha expuesto en la primera parte de este trabajo.

3. Sin embargo, choca con algunas concepciones básicas que subyacen en las actuaciones y decisiones concretas de los diferentes agentes que ges-

tionan la Ley de Aguas y, en particular, de las Confederaciones. Al respecto, podríamos definir dos ideas:

– El agua es un recurso natural sobre el que nadie tiene derechos de propiedad o no debería tenerlos.

– El agua es un bien básico para todos y fuente de vida con el que no debe especularse, por lo que debe ser garantizado y controlado por el Estado.

Ambas concepciones son importantes y conllevan posiciones que hay que considerar a la hora de crear mercados del agua: no se debe cobrar por el agua, no se debe poder comprar o vender concesiones, el control del agua no debe otorgar poder, etc...

4. Además hay que tener en cuenta la preocupación de algunos de los profesionales de la gestión del agua porque las fuerzas de mercado, actuando sin ningún tipo de control, pueden ocasionar severos perjuicios, sobre todo de tipo ambiental, en nuestro patrimonio hidráulico. Se considera que hay usos del agua, como elemento insustituible para la vida, que conviene que sean preservados de movimientos imprevisibles y sobre todo especulativos.

Aunque es posible, y se están proponiendo diversas opciones, existen, importantes obstáculos de tipo institucional a la introducción real de la dimensión económica en el razonamiento de los principales usuarios del agua, ayudándoles a pensar en términos de coste de oportunidad y ratios de eficiencia y productividad.

5.4. Propuestas institucionales que afectan al régimen de asignación y a las transferencias de agua

La necesaria flexibilidad que pueda ejercer una influencia beneficiosa en la gestión del agua, en su conjunto, a pesar de los problemas de viabilidad institucional, ha sido recogida en varias propuestas recientes de la Administración:

5.4.1. Real Decreto Ley/1995 de 14 de julio de medidas extraordinarias, excepcionales y urgentes como consecuencia de la persistencia de la Sequía. Un análisis de las propuestas para la compensación e/o indemnización por la reasignación y reducción de las dotaciones de agua

Antecedentes

– El Decreto Ley considera, que con la persistencia de la sequía (en las regiones meridionales, centrales y los archipiélagos, las precipitaciones han sido sólo de el 10% de las aportaciones en un año normal, con el precedente de otros tres años con sólo 30% de lo normal) hace necesario, una

serie de medidas que incluyen la reducción del caudal ecológico del Tajo a su paso por Aranjuez, que se castigue con la caducidad de las concesiones a quien persista en infracciones muy graves y se modifica el artículo 63 de la Ley de Aguas sobre revisiones de concesiones para «obtener un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos de acuerdo con los principios de economía del agua».

Este Decreto Ley ha sido precedido por:

– Dos Reales Decretos dotando a las Confederaciones de las facultades especiales de administración de los recursos hidráulicos según las previsiones del artículo 56 de la Ley de Aguas.

– Cinco Reales Decretos-Leyes de ayudas económicas y sociales al sector agrícola.

– En coordinación con las CC.AA. se han invertido alrededor de 70.000 millones de pesetas en infraestructuras específicas para mejorar y asegurar el abastecimiento a las principales ciudades y comarcas afectadas por la sequía.

Modificaciones propuestas

La modificación de la revisión de las concesiones incluye dos aspectos de interés desde el punto de vista de las transferencias y de un uso más razonable del agua:

– La revisión de concesiones, disminuyendo las dotaciones cuando se pueda conseguir la misma productividad, abastecimiento, etc... con una menor dotación o mediante una mejora técnica que permita ahorros de agua.

Las Confederaciones realizarán una auditoría de las concesiones. Se establece que los concesionarios puedan recibir ayudas para realizar las mejoras necesarias. Esto en la práctica es una compensación económica vía financiación de mejoras de las infraestructuras para conseguir ahorros o un mejor uso del agua.

– La revisión de las concesiones cuando lo exija la adecuación a los Planes Hidrológicos. En este caso, la disminución de las dotaciones irán acompañadas de una indemnización. La figura utilizada es, entonces, como la de expropiación forzosa de interés público.

– La revisión de las dotaciones cuando se hayan modificado los supuestos determinantes de su otorgamiento.

Algunos comentarios

Es indudable el interés de las modificaciones de este Decreto Ley porque introduce elementos de compensación e indemnización a los usuarios de agua, titulares de las concesiones, por los ahorros de agua posibles gra-

cias a mejoras técnicas o por la necesidad de la reasignación «definitiva» de agua a otros usos. Además, permite a los organismos de cuenca, mediante la actualización de las concesiones, considerar sólo las que están «vivas» y, por tanto, reducir las dotaciones ajustándolas a la realidad.

Sin embargo, quizá, la limitación de este decreto está en la necesidad de la intermediación e iniciativa del Estado en todos estos procesos, en la definición de dónde y cómo se puede ahorrar agua al tiempo que en la reasignación de la misma.

La iniciativa de ahorro, reasignación, etc., ha de partir de los Órganos de Cuenca por lo que no incluye la compensación o la indemnización para aquellas iniciativas de ahorro de agua que puedan corresponder a los agricultores/empresas de abastecimiento, etc. El objetivo no es que se generalicen las prácticas ahorradoras del agua y una asignación más racional de la misma sino permitir cierta flexibilidad a los Organismos de Cuenca en épocas clave de sequía.

5.4.2. Propuestas Institucionales en el Avance del Plan Nacional de Regadíos: La «cesión concesional»

Necesidad y características de la nueva figura propuesta

Para hacer posible la reasignación temporal de agua entre agricultores que obtienen un menor volumen de ingresos por su utilización (explotaciones extensivas: herbáceos, oleaginosas, proteaginosas) a otros con producciones de «mayor valor estratégico» (explotaciones intensivas: huertas, fruticultura, invernadero), el Avance del Plan Nacional de Regadíos propone la «Cesión Concesional», que consistiría en la cesión temporal de un agricultor a otro de los *derechos* de uso del agua de riego a cambio de una «indemnización», en concepto de compensación por la pérdida de renta del agricultor que cede el agua.

La Cesión Concesional se plantea en el Avance del Plan como un mecanismo transitorio aplicable a épocas de sequía o mientras «se espera» a la aprobación de las nuevas infraestructuras del PHN.

Algunos comentarios

Esta propuesta es limitada, no se plantea como solución «estructural», pero, a pesar de ello, afronta algunos de los problemas fundamentales de la asignación de agua. Quizá lo más importante en esta propuesta es que las cesiones son «libres» ya que no menciona que el Estado tenga que ser intermediario (vía autorización, etc.) en estas transacciones.

La propuesta es limitada también porque no contempla las transacciones de mayor importancia, que se produzcan entre diferentes tipos de usuarios. Sin duda debido a la limitación impuesta por las competencias administrativas del Ministerio de Agricultura. Sin embargo, intenta ir más allá porque, en el texto del Avance, se considera que esta cesión temporal puede ser el embrión de un futuro mercado del agua.

Las transacciones de agua no se plantean como alternativa «estructural» a la construcción de nuevas infraestructuras (sobre todo aquellas destinadas para hacer frente a los períodos bajos). Así en el texto del Avance, las transacciones sólo son «temporales» y no «generan derechos definitivos en el receptor del agua cedida», etc...

Al considerar esta fórmula, especialmente aplicable a explotaciones aguas abajo, que sólo afecte a una proporción de todos los regadíos, y que evite la especulación en un bien de dominio público, etc. se está intentando adelantar los posibles impactos a terceros, así como los problemas derivados de comportamientos monopolistas o abusivos, en épocas de sequía, aunque no precisa el desarrollo de estos principios generales, ni plantea el problema de las afecciones al medio ambiente.

De alguna manera lo que hace es «dar cobertura legal» y permitir la generalización del tipo de transacciones que ya están realizándose entre regantes dentro de una misma comunidad de usuarios o las que realizan aquellos que están acogidos a las Disposiciones Transitorias de la Ley de Aguas.

6. Conclusiones

En esta ponencia he querido buscar, analizando el régimen concesional existente, las oportunidades y dificultades que existen para hacer operativa una gestión razonable del agua en España. He identificado algunas de las características del régimen concesional que pueden estar impidiendo un funcionamiento más flexible en la asignación del agua. Y he analizado algunos ejemplos de transacciones de agua que se realizan en España. La conclusión es que el marco legal actual permite unas transacciones aunque otras se sitúan en un vacío por indefinición.

El marco legal actual permite ser utilizado y es utilizado de manera «creativa». Se está proponiendo y se utiliza la vía de modificación concesional temporal, con indemnización, por acuerdo entre las partes, para conseguir una mayor racionalidad en el uso del recurso. La Ley de Sequía permite la «suspensión» de las autorizaciones y la reasignación del agua, empezando por los usos prioritarios. Las subastas de agua, donde existe la moratoria de los derechos privativos por 50 años, es bien conocida, sobre todo en el Levante. El trueque de caudales de agua y horas de riego, den-

tro de las Comunidades de Regantes, es práctica común. Y, más recientemente, se está produciendo la «venta» de aguas residuales, depuradas, para usos industriales, riego de campos de golf, etc.

Sin embargo los ejemplos de transacciones son pocos, y no se ven favorecidos ni por la Ley de Aguas (que no fue diseñada para ello), ni por la capacidad/agilidad de respuesta/autorización de las Confederaciones.

Además, hay algunos tipos de transacciones que no son posibles o que son difíciles dentro del marco legal actual. Estas son, fundamentalmente:

– Las transacciones en las que el comprador y vendedor entren en relación comercial directamente.

– Las que impliquen una cesión más o menos permanente del agua.

– Y, sobre todo, las que constituyan transacciones entre diferentes tipos de usuarios.

Aunque la propiedad y asignación pública del agua es común a países de clima árido y semi-árido donde tiene una importancia estratégica, donde se ha utilizado como parte de la política de desarrollo económico y donde, en muchas casos, es el factor limitante, parece que sería necesario ir hacia un modelo que aunque esté intervenido:

1. Disminuya la intervención del Estado en transacciones concretas para conseguir unas respuestas más flexibles.

2. La administración asuma un papel más regulador del marco de las transacciones, de fijar las reglas del juego y de asegurar su cumplimiento. Incluyendo que no se produzcan especulaciones ni afecciones a terceros que preocupan tanto a los administradores de ahora.

3. Otorgar un papel de mayor protagonismo a las Comunidades de Usuarios en la gestión del agua, particularmente en la gestión de los acuíferos.

Sin duda habría que atender a las llamadas de cautela de la Administración y plantear, con carácter experimental, algunas de las alternativas propuestas para estudiar su eficacia y su impacto. La propuesta del Avance del Plan de Regadíos puede servir en este sentido.

Especialmente importante son las «apuestas territoriales» de aquellas zonas donde existe escasez y competición por el recurso de carácter estructural. El problema del desplazamiento de los usos «más débiles» o de menor retorno, como ya está pasando con los usos ecológicos, cuando hay escasez, es un problema a considerar.

En términos globales no parece que ésto sea grave ya que la competición de los usos urbanos sólo afectaría a una mínima parte de los usos agrícolas (que consumen el 80% del agua disponible en España) y que, vía mejora de la eficiencia de las conducciones y de los sistemas de riego, podrían desplazar, sin grave daño, una parte importante del agua para usos

urbanos. No obstante, las apuestas territoriales si que serían particularmente complicadas en zonas concretas en la costa del Levante y del Sur de España donde ya existe una importante competición entre la agricultura de regadío (más o menos intensiva) y el turismo, ambos con usos de alta estacionalidad precisamente en los meses en los que el recurso es más escaso.

La conclusión final podría ser que en España el agua no es tan abundante como para que no se apliquen en su administración los criterios de economicidad que se utilizan respecto de los demás bienes que siempre, también, se consideran escasos.

Bibliografía

AGUILERA, F. (1994), Dirección General de Calidad de las Aguas (1995), *Proyecto Ardka*, MOPTMA.

DOMÍNGUEZ, J. M.ª (1995), *Gestión de la demanda en Regadíos*, sin publicar.

FISTER, F. (1995), «The Economics $ Uniter Dispute Resolution, project Evelutiari and Management: An Applicetari in the Middle Est», presentado en el «Simposio del Agua» en Estocolmo, agosto 1995.

GARRIDO, A. (1995), *Análisis sobre la Asignación de Agua vía Mercados. Aplicación a los regadíos del valle del Guadalquivir.*

MAPA (1995), *Avance del Plan Nacional de Regadíos.*

MARTÍNEZ CEBOLLA, C., y ZORIO BLANCO, V. (1990), «Concesiones administrativas: doctrina del Consejo de Estado y del Tribunal Supremo» en *Revisión de Obras Públicas*, diciembre 1990.

MOPTMA, (1993), *Memoria del Plan Hidrológico Nacional*, capítulo 5.

NAREDO, J. M. (1995), «Problemática de la Economía del Agua en España», presentado en el Seminario sobre «La Economía del agua en España», Sevilla, 1995 y publicado en el presente volumen.

NERA (1995), *Establecimiento del Mercado del Agua.*

SANTAFÉ, J. M. (1995), *Aguas subterráneas y Desarrollo sostenible. Administración y gestión del Recurso*, sin publicar.

SANTAFÉ, J. M. (1995), Conferencia de clausura del Curso «Noel Llopis de Hidrogeología».

SUMPSI VIÑAS y colaboradores (1995), *Estudio sobre la economía del agua y la competitividad de los regadíos Españoles,* Universidad Politécnica de Madrid.

VILLARROYA ALDEA, C. (1995), *Tramitación Administrativa en concesión de agua*, sin publicar.

VILLARROYA ALDEA, C. (1994), *Problemática Jurídico-Administrativa de los Aprovechamientos Hidroeléctricos.*

VILLARROYA ALDEA, C. (1994), «Gestión y Legislación de Aguas subterráneas y superficiales», ponencia presentada en el «II Seminario de Ciencia, Tecnología y Cultura del Agua», Oviedo, 1994.

Estudios de casos

USO DEL AGUA DE RIEGO EN ALMERÍA

José López-Gálvez
Universidad de Almería

Alberto Losada
Universidad Politécnica de Madrid

1. Resumen

Los autores observan que el carácter escaso del factor de producción agua, bien evidenciado con la sequía, no está correspondido por el de que su precio sea libre. Destacan que, por el contrario, se trata de un bien de dominio público fuertemente sujeto a disposiciones legales que pretenden regular su utilización, sin lograrlo, y que falsean su precio. Resulta así que el agricultor, que paga relativamente poco por el agua, no está suficientemente incentivado en su ahorro. Relacionan con el hecho observado la situación paradójica que viene resultando en gran parte del levante español y, en particular, en Almería: avances tecnológicos como los relacionados con el bombeo en pozos profundos y con la aplicación de técnicas de riego por goteo muy eficientes vienen intensificando la sobreexplotación de acuíferos, hasta el punto de arriesgar la permanencia de la floreciente agricultura allí en desarrollo. Esta situación no ha sido aún debidamente respondida por la administración del agua.

2. Introducción

Tradicionalmente, la aplicación de recursos técnicos y económicos a la ejecución de proyectos de ingeniería ha bastado para satisfacer demandas crecientes de agua por parte de abastecimientos, regadío y usos industriales; pero el desarrollo económico-social ya logrado significa demandas que desbordarán los límites de la oferta potencial de recursos hídricos, si se mantienen los hábitos tradicionales para gestionar el agua disponible. El déficit actualmente sufrido podrá ser enjugado promoviendo cambios sustanciales en los métodos practicados para procurarla y administrarla.

Son demasiado frecuentes las obras destinadas a captación o transporte de recursos hídricos que no han podido cumplir la misión para la que fueron proyectadas: junto a los pobres resultados de presas que no dieron cumplida satisfacción a su objetivo principal de almacenar agua (la de Benínar, por ejemplo) o de canales que no llegaron a trasvasar los caudales considerados para justificar su construcción (el Tajo-Segura, por ejemplo), también resulta patético que la capacidad para alumbrar aguas desde acuíferos, a profundidades prácticamente ilimitadas, esté significando la sobreexplotación de la reserva natural que siempre han ofrecido. Así, se conocen numerosos ejemplos de pozos que antaño fueron generosos para saciar la sed de nuestros abuelos, o la de sus huertos, pero que no han resistido la codicia desmedida de sus descendientes, que hemos llegado a agotarlos o a reducir la calidad de sus aguas, cada vez más salinas. A esta alarmante realidad, se superpone el hecho de que las técnicas de desalación y depuración no han encontrado aún el marco económico adecuado para una solución eficaz. Un resultado es que el desequilibrio entre oferta y demanda de recursos hídricos tiende a agudizarse y a originar conflictos sociales de consecuencias impredecibles. A veces, llega a provocar luchas que desbordan fronteras entre estados.

Ya en los días que corren, y limitándonos al caso español, la situación causada por la sequía que comenzó a sentirse en la década de los setenta, aún activa, ha sido calificada, no sin cierta intención exculpatoria, de catástrofe «natural»[1]; pero no sólo la parquedad de las lluvias –fenómeno por otra parte usual en España– contribuye a la gravedad con que llegan a plantearse los conflictos que ocasiona el agua entre comunidades autónomas y en la ciudadanía. También, la forma de gestionar el agua disponible cuando, como es el caso, su ordenamiento «no natural», es decir, debido a la voluntad del hombre, no es el conveniente. A este respecto, hay que observar que el hecho cierto de que la presión de sus usos sea cada vez más intensa no ha de abocar, necesariamente, en que aumente la frecuencia de emergencias como las actuales, agravadas sin duda por el cúmulo de imprevisiones que han resultado ante la falta de un plan de respuesta a sequías.

La situación descrita se resume por el hecho de que los recursos hídricos disponibles no son suficientes para satisfacer las demandas actuales, al menos en la forma que tenemos planteada su gestión. Todos hemos venido así a reconocer lo que, desde hace ya muchos años, era preámbulo obligado de cualquier estudio sobre su uso: **el agua es un recurso escaso.**

---

[1] Se mantiene desde hace al menos diecisiete años, y ha sido respondida por el «Boletín Oficial del Estado» con «medidas excepcionales» que ya comenzaron a ser tomadas con motivo de «las especiales condiciones climatológicas de sequía mantenidas desde 1978» (ver Decreto-Ley 18/1981 y Ley 15/1984).

Impulsar el incremento de agua disponible mediante procedimientos técnicos respetuosos con el medio natural es pues un objetivo a perseguir por una política de aguas auténtica; pero la elaboración de criterios para racionalizar su gestión es una tarea complementaria ineludible, y la responsabilidad para dictar y exigir el cumplimiento de normas justas y necesarias lo es también. Una lex dura, sed lex, es ya urgente.

El presente trabajo comienza justificando el interés de tratar aquí el uso del agua en agricultura. Tras una presentación de su problemática general, se describen prácticas de riego que se vienen aplicando en sistemas de cultivo propios de la comarca Poniente de Almería, en el Campo de Dalías, cuya importancia actual, económica y social, es bien reconocida. Se estudia la gestión del agua por comunidades de regantes que representan bien dicha comarca y, en particular, su uso en los sistemas de cultivo propios de sus invernaderos, para los cuales se establecen sendos balances físico y económico. Se termina con una reflexión sobre la sostenibilidad técnico-económica de la comarca, tratando de sensibilizar sobre la fragilidad debida a la incontrolada extracción de agua que, no sólo para riego, se viene haciendo desde sus acuíferos.

3. Gestión del agua en el regadío

La demanda total de recursos hídricos en España es de unos 30.000 hm^3/año. El balance resultante arroja un déficit hídrico crónico que ha sido evaluado en 3.000 hm^3/año. La sensibilidad social a esa limitación es creciente. Es pues lógico que la legislación española reconozca al agua la condición de dominio público y contemple una **planificación hidrológica** con la que se espera «conseguir la mejor satisfacción de las demandas de agua..., protegiendo su calidad, economizando su empleo y racionalizando sus usos, en armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales»[2].

La legislación española reconoce el carácter prioritario de los usos de agua urbanos, frente a los agrícolas; pero en España, en términos cuantitativos, la pérdida de control del agua destinada al regadío es más importante. En primer lugar, porque se trata del sector que más agua usa, como reconoce el anteproyecto del Plan Hidrológico Nacional[3], al considerar que dicho sector demanda el 80% de los usos consuntivos. En segundo lugar, porque, mientras los cultivos consumen aproximadamente sólo la mitad del agua que se les destina, el resto no llega a cumplir ese objetivo, o lo cumple deficientemente. Aunque las cifras que se manejan son muy

[2] Ley 29/1985.
[3] Anteproyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional, 1993.

variadas, así lo hacen observar las estimaciones recogidas por dicho documento y por las disposiciones vigentes[4]. Se comprende pues que el dramatismo con que han llegado a manifestarse en España las limitaciones de agua esté muy relacionado con su uso en el regadío. Y, en particular, que los objetivos sobre impacto ambiental y economía del agua arriba señalados estén muy condicionados por el ahorro potencial de agua en el regadío mediante la explotación racional de los recursos hídricos allí disponibles.

3.1. Ahorro

El **consumo** de agua es el gasto irrecuperable producido durante su gestión. El concepto de ahorro se refiere a actuaciones para evitar un consumo excesivo en sistemas hidrográficos (cuencas o sistemas de explotación) cuyo ámbito debe estar bien delimitado.

Con referencia a sistemas de riego, el **agua atajada** en alguna fase de su ciclo natural es **almacenada, transportada** y **distribuida** a las **tierras de labor**, donde el regante la aplica. Se dice que ese conjunto de operaciones para aplicar a los cultivos el agua que se toma en otra parte es técnicamente eficaz si produce los efectos esperados. Uno de éstos es **asegurar la productividad** del regadío. Otro, **controlar la fracción de agua útil**, en relación con la manejada por el sistema considerado.

Con criterios no bien precisables, la técnica del riego califica como **agua útil** sólo una parte del agua aplicada al campo: la *fracción requerida y utilizada por la evapotranspiración del cultivo* (Et[5]), *para satisfacer el objetivo inmediato de limitar déficit con efectos de estrés hídrico en su producción, y por el lavado del suelo fértil, para conservar su calidad.* Por consiguiente, ahorrar equivale a reducir la fracción de agua no útil, y se define el **rendimiento de aplicación en campo, Ra** como la fracción representada por el agua útil, en relación con la recibida en cabeza de cantero o unidad de riego. La fracción complementaria, que no llega a conseguir el objetivo esperado, representa las **pérdidas** sufridas por dicho sistema.

Las ideas generales que anteceden fundamentan la aplicación de técnicas de **balance hídrico** sobre utilización del agua por los cultivos (ver figura 3.1). Aunque los diferentes sumandos que lo integran no pueden ser cuantificados con la precisión deseable, su simple planteamiento esquemático sugiere procedimientos de evaluación de campo que, de llevarse a

---

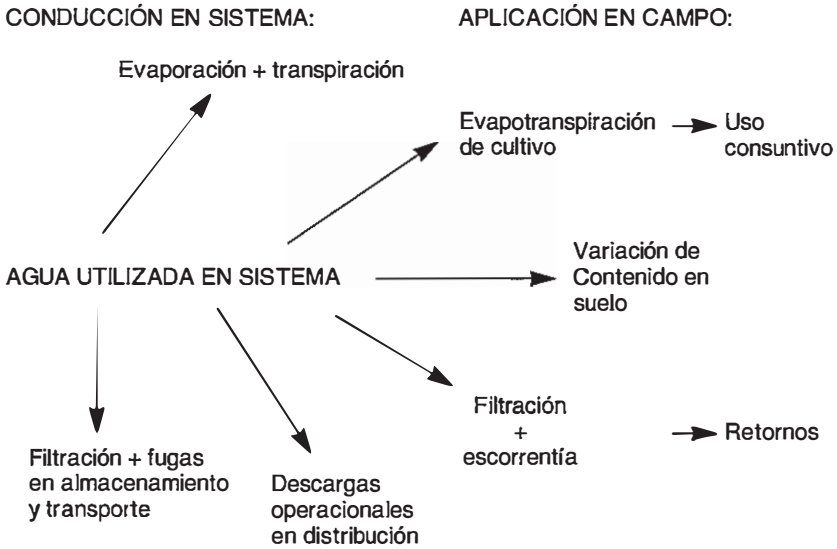
[4] Ver Orden del Ministerio de Obras Públicas Transporte y Medio Ambiente de 24-9-1992 («BOE» de 16 de octubre).

[5] El concepto de evapotranspiración se refiere tanto al agua de evaporación desde el suelo como a la transpirada a través de los estomas en la parte aérea de las plantas y suele ser identificado como uso consuntivo útil en cuanto a que contribuye a satisfacer una función de los cultivos necesaria para producir.

cabo sistemáticamente, podrían proporcionar un importante archivo de datos sobre la realidad del regadío; pero este no es aún el caso del regadío español.

Figura 3.1

BALANCE HÍDRICO EN SISTEMA DE RIEGO



Una primera dificultad que plantea la cuantificación de posibles ahorros se refiere a que no hay una correspondencia biunívoca entre la supuesta agua útil y la producción. Por una parte, la producción depende del régimen hídrico que resulta al desarrollar **programas de riegos** dados, es decir, al adoptar decisiones sobre cuantía, momento y forma de aplicarlos: no es igualmente adecuada una misma aportación total cuando varía el número de tandas con que se aplica y, por consiguiente, la lámina aplicada por cada riego y el intervalo de tiempo que separa sucesivas aplicaciones[6]. Por otra parte, una fracción del agua no consumida por Et puede significar alguna otra utilidad que desaconseja su consideración como pérdidas, y su recuperación, por tanto, no significa un mayor ahorro. Es el caso de usos que, aun trascendiendo a los aspectos puramente productivos,

[6] Los resultados experimentales hacen patente la conveniencia de aplicar riegos frecuentes y ligeros (practicables con modernos sistemas de distribución fijos) con el fin de mantener un contenido hídrico relativamente alto en el suelo radical de muchos cultivos sensibles al estrés hídrico, como mejor alternativa a las mayores oscilaciones propias de riegos infrecuentes y abundantes (propios de sistemas tradicionales).

contribuyen al mantenimiento de ecosistemas (lavado, por ejemplo, cuestión tampoco fácil de precisar en téminos cuantitativos). Finalmente, la recuperación de agua para el sistema de riego que la utilizó significa un ahorro interno, pero si es recuperada para un sistema exterior, como **retorno**, el mayor ahorro debe ser referido al conjunto de los sistemas ahora considerados, que podrá constituir un sistema de orden superior.

3.2. Pérdidas en sistemas de transporte

Un objetivo de las operaciones de transporte y distribución del agua en redes de riego es controlar la fracción del agua desviada y entregada en las tomas de riego, en relación con la desembalsada o derivada a tal fin en cabeza de sistema. Aunque no es tan simple como parece, dicha idea puede ayudar a evaluar técnicamente algunas operaciones de riego, *en el supuesto de que se realicen los oportunos aforos*[7].

Referida al **transporte de agua**, con un carácter complementario al del rendimiento de aplicación arriba definido, y siguiendo un criterio análogo al adoptado por redes de abastecimiento urbano, la relación entre las aportaciones en cola y en cabeza determinan el **rendimiento de conducción**, Rc. La calidad del resultado se hace así corresponder con los factores técnicos implicados en la ejecución de dicha operación de riego: tecnología de obras e instalaciones del sistema, estado del mismo, mano de obra empleada, etc.

En correspondencia con su antigüedad, la mayoría de las redes de riego en España han sido sistematizadas, por gravedad, con acequias. En muchos casos, suelen haber sufrido una gestión que ha motivado la mala conservación de sus obras e instalaciones. Como consecuencia, el agua es conducida y distribuida sin el debido control ni aforo. Ni existe un adecuado registro de aforos ni los servicios de explotación disponen de datos de evaluación de sus sistemas de riego. La lamentable realidad es que tanto los desembalses en cabecera, como los volúmenes distribuidos raramente existen completos y fiables. Muy frecuentemente, el agua es aplicada por superficie a tablares con canteros inadecuadamente sistematizados donde, como es de esperar, la humectación del suelo radical no es controlada. Aunque puede temerse, por tanto, una fracción relativamente pequeña de agua útil, tampoco existen suficientes registros significativos.

---

[7] Otras interrogantes de carácter económico habrán de ser superadas con el oportuno análisis, en el contexto económico-social específico de cada sistema. Ver concepto de «eficiencia económica» en SMALL, L., y CARRUTHERS, I. (1991), *Farmer-financed Irrigation*, Cambridge.

En el cuadro 3.1 aparecen algunos resultados de Rc en diversas zonas regables españolas donde se encontraron suficientes datos disponibles[8]. Comparan con el volumen desembalsado en cabeza del canal principal el volumen suministrado a la red de distribución «registrado en muy pocos casos», allí donde los «canales con medidas de caudal disponían de revestimiento de hormigón y estaban bien conservados». El hecho de que esta condición sea raramente satisfecha vino a significar que las cifras expuestas, relativamente altas, no fueran juzgadas representativas. La fracción correspondiente a la *evaporación teórica* desde esos canales fue estimada con un valor medio del 0,005, por lo que se dedujo que el mayor capítulo de pérdidas correspondería a filtración, fugas y operacionales.

Cuadro 3.1

RENDIMIENTO DE CONDUCCIÓN

Sistema de riego	*Longitud de canal (km)*	*Años con registros*	Rc
Cinca	90	1	0,91
Orellana	114	4	0,90
Tajo-Segura (margen dcha.)	121	7	0,91
Tajo-Segura (margen izq.)	170	7	0,92
Zújar	95	5	0,87

Ante la falta de registros fiables, los autores arriba citados han abordado la problemática real considerando volúmenes de desembalse registrados en 38 zonas y estimando para su superficie regada valores de su *demanda neta*[9]. Fueron así calculados los correspondientes valores de la llamada *ratio demanda neta/desembalse*. El valor medio para zonas de riego por gravedad ha resultado ser 0,54 y para riego a presión 0,80. Valores próximos a la unidad, *suponiendo pérdidas totales inevitables de un 20%*, fueron interpretados en el sentido de que un 20% de las zonas sufrieron déficit hídrico. Por otra parte, al considerar un valor medio de 0,60, se dedujo que las pérdidas hídricas medias en las zonas analizadas fueron, al menos, el 40% del desembalse. El cuadro 3.2 recoge una muestra de dicha información.

[8] KRINNER, W., GARCÍA, A., y ESTRADA, F. (1994), «Method for estimating efficiency in spanish irrigation systems», *Jour. of Irrigation and Drainage Engg.*, 120 (5): 979-986.

[9] Estos valores fueron obtenidos por métodos que estiman la evapotranspiración máxima, calculada según la fórmula de Penman-Monteith, y la lluvia efectiva, atendiendo a la retención hídrica en el suelo radical.

Al conjunto de los sistemas de riego estudiados correspondieron unos valores medios de dotación y de ratio de 8.500 m³/(ha/año) y de 0,60, respectivamente. Cifras con el carácter de las citadas se han utilizado para justificar **tomas de decisión para conservar** agua, relativas a política de rehabilitación y modernización de sistemas de riego[10].

Cuadro 3.2

DEMANDA NETA/DESEMBALSE

Sistema	*Dotación m³/(ha/año)*	*Distribución*	*Ratio*
Genil-Cabra	3.634	A presión	1,27
Ac. Real Júcar	19.565	Por gravedad	0,28
Almanzora	12.658	Por gravedad	0,31

3.3. Manejo del agua en campos de cultivo

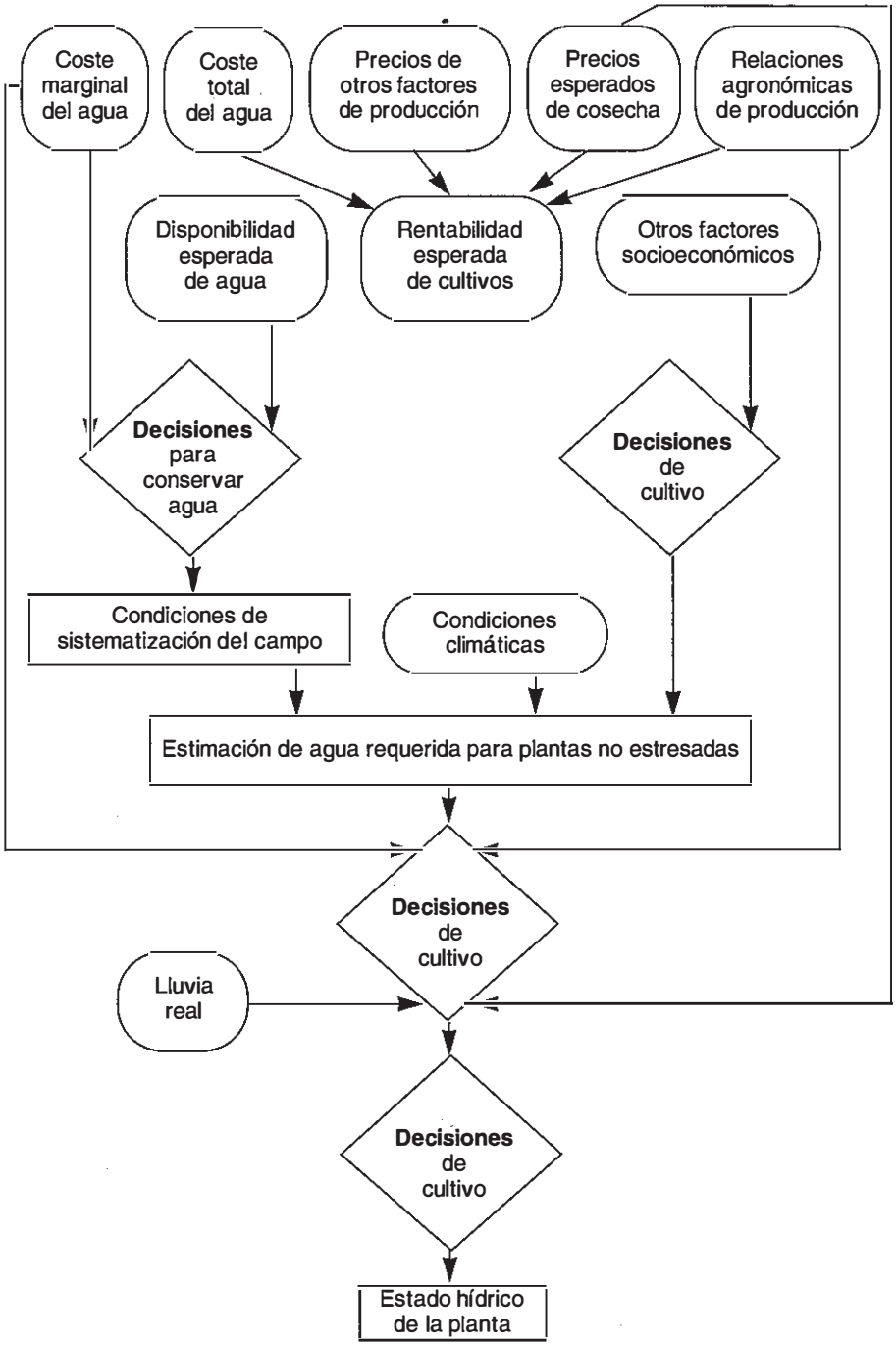
El aprovechamiento del agua en un sistema de riego bien delimitado no se basa sólo en las técnicas para su almacenamiento, transporte y distribución. Implica, además, y sobre todo, técnicas para su aplicación a los campos de cultivo. Unas y otras deben ser integradas en programas de actuación propios de organismos de riego y regantes, con el fin de facilitar sus **tomas de decisión para optimizar la producción** y el **uso del agua:** selección de cultivos apropiados al agua disponible, demanda de agua y aplicación de los riegos. El diagrama adjunto, adaptado de Small y Carruthers, muestra los tres niveles de decisión indicados (ver figura 3.2).

Teóricamente, los criterios de ahorro en campo podrían ser basados en el análisis de los términos del balance hídrico, debidamente fundamentados en la hidráulica de los métodos de riego y en **funciones de producción**; ahora bien, dada la complejidad del medio físico real y la variabilidad de los requerimientos del cultivo, el gasto apropiado y la programación de su aplicación son difícilmente previsibles. Tampoco es fácil determinar la dotación de Et que separa lo excesivo de lo deficitario ni ajustar en términos prácticos el servicio de esa dotación a la intensidad del proceso de Et que responde a la producción óptima. Los diferentes resulta-

[10] Para un análisis sobre la conveniencia de ahorrar agua en el regadío, en relación con la alternativa de construir más obras, ver: RUIZ, J. M. (1993), *La situación de los recursos hídricos en España*, 1992, Ed. Apóstrofe. Asimismo, del mismo autor (1994), *25 propuestas para mejorar el Plan Hidrológico Nacional*, CIP.

Figura 3.2

DECISIONES QUE AFECTAN AL USO DEL AGUA DE RIEGO



dos productivos de un cultivo, bajo condiciones dadas, al que se aplica una misma aportación con distintos calendarios, hacen que deban plantearse serias reservas a criterios de manejo que no tengan en cuenta la diversidad de variables implicadas.

En general, las relaciones entre producción y consumo hídrico son estimadas a base de una información empírica previa sobre los términos del balance hídrico en unas condiciones de referencia. Numerosos estudios así planteados deben ser interpretados con reservas, porque utilizan conclusiones extraídas de experimentos realizados bajo condiciones de cultivo, suelo y clima muy específicas y, sobre todo, cuando parten de datos limitados no suficientemente interpretados. Por otra parte, hay que observar que la respuesta de índices productivos a déficit hídricos moderados, en relación con unos requisitos de referencia, puede ser positiva. El llamado **riego deficitario** (también llamado parcial u óptimo) se fundamenta en la aplicación deliberada de una aportación de riego inferior a la de referencia. En términos económicos, podría pretenderse que la posible reducción de producción fuera acompañada por la de los costes del riego imputables a los factores de producción agua, energía, mano de obra, etc. Asimismo, que el agua no utilizada fuera destinada a usos alternativos, y que los costes de oportunidad del agua, debidamente valorada, compensaran la menor producción.

Por todo ello, el conocimiento preciso sobre la utilización del agua exige laboriosos trabajos de **evaluación de aplicación de los riegos en campo**, y el objetivo de ahorrar agua debe ponderar tanto las decisiones de operación de los riegos, como las complejas funciones de producción que determinan la respuesta del cultivo. Sin trabajos experimentales *ad hoc*, es difícil calibrar esos efectos del manejo del agua de riego sobre la producción, sobre la evolución del suelo, sobre el rendimiento de utilización del agua de riego y, en definitiva, sobre el aprovechamiento de la misma.

Sintetizando algunas de las ideas expuestas, sólo una fracción del agua aplicada por los riegos es consumida y, por tanto, no es recuperable: en parte es útil, para la evapotranspiración de los cultivos, y en parte es perdida, bien por evaporación desde el propio sistema de riego, bien por transpiración de plantas sin interés productivo. Otra fracción, que puede representar un orden de magnitud comparable a las anteriores, escapa, superficialmente o a través de acuíferos, del control a que pudo estar sometida durante las operaciones de almacenamiento, regulación, distribución y aplicación. Esta última parte integra los retornos[11]. En definitiva,

[11] Interesa destacar que los retornos son potencialmente recuperables, lo que explica que el rendimiento global de un sistema hidrográfico complejo, que integra un conjunto de sistemas de riego, pueda superar el rendimiento de cada una de sus unidades. A título ilustrativo, tiene interés recoger unas cifras de balance hídrico relativas al conjunto de los regadíos de EE.UU. en 1975 (Economic

sería *riego útil* el que satisface la demanda de evapotranspiración y de lavado, mientras que serían pérdidas las aportaciones que se desvían de esa misión durante las operaciones de conducción (evaporación, transpiración, desbordamientos, fugas, filtraciones y descargas operacionales, en canales) y aplicación (filtración profunda y escorrentía, en campos de riego).

Con objeto de abarcar todas las operaciones de riego (conducción y aplicación), se utiliza a veces el concepto de **rendimiento global**. Sobre esta base, es razonable estimar que el volumen total de recursos hídricos que escapan del control de los sistemas de riego en España, sin llegar a beneficiar los cultivos, puede superar los 10.000 hm^3/año. Aunque parte retorna a los cursos naturales, acuíferos y ríos, unos 5.000 hm^3/año no son recuperables, magnitud que es del mismo orden que la de todas las otras demandas de la población española, que no llegan a alcanzar 6.000 hm^3/año.

3.4. Racionalización de los riegos

El **desarrollo científico** recientemente experimentado por los riegos ha sido notable en lo que se refiere a un mejor conocimiento de agronomía y, en particular, al del agua requerida por los cultivos. El **desarrollo tecnológico** también ha significado una notable contribución al poner en el mercado materiales y equipos que han sustentado, dentro de límites económicos razonables, técnicas de riego que han transformado muchos planteamientos previos. Hoy es posible sistematizar campos de riego de forma que la aplicación del agua (frecuencia, gasto, presión de servicio y duración del riego) pueda ser controlada. La viabilidad económica de utilizar elementos de almacenamiento, transporte y distribución que permiten aplicar el agua *in situ*, en el momento apropiado y con buena uniformidad y rendimiento, hacen que el control del régimen hídrico del suelo sea posible. Se han puesto a punto técnicas de riegos por superficie (gracias a la maquinaria para sistematizar tierras y a los modelos informáticos), por aspersión (gracias a sistemas autopropulsados) y localizados (gracias a los plásticos). Los proyectos de riego pueden ser mejor orientados para el cumplimiento de criterios de funcionalidad establecidos (condiciones de sistematización y capacidad para controlar aplicaciones de riego con déficit

---

Research Service, 1975, citado por PLAYÁN, E. [1994], en «Eficiencia en el aprovechamiento del agua por el regadío», *Agricultura de regadío,* Huesca): de 100 unidades de agua tomadas por el sistema de riegos, 77 pasan a los campos y se descomponen en 41 de evapotranspiración y 36 de pérdidas. Las 23 restantes se pierden en la red de distribución. Del total de 59 unidades perdidas, sólo retornan 46, mientras que 13 son detraídas por uso consuntivo no beneficioso. Cabe entonces hablar de un rendimiento de aplicación (en campo) de 41/77=0,53; de un rendimiento de conducción (durante la distribución) de 77/100=0,77; de un rendimiento global (en sistema de riego) de 41/100= 0,41 y de un rendimiento en cuenca hidrográfica de 41/(100-46)=0,76.

y rendimiento de aplicación determinados). Por otra parte, la automatización de los sistemas de riego se abre paso con el desarrollo de equipos programables y controladores. Asimismo, de modelos matemáticos cuyos parámetros podrán ser conocidos con creciente precisión a través de procesos de calibración permanente. No obstante los progresos mencionados, aún queda mucho por hacer para gestionar racionalmente los escasos recursos hídricos disponibles.

Las actuaciones para ahorrar agua se basan en técnicas que evalúan los capítulos de pérdidas y en técnicas que, debidamente controladas las operaciones de riego, tratan de reducirlas. Toda evaluación de campo obliga a **medir**. Evaluada la magnitud del agua útil, el técnico de riego podría compararla con las aportaciones en cabeza del sistema de transporte y distribución, o en toma de regante, las cuales han de ser medidas[12]. El conocimiento adquirido mediante la oportuna evaluación en campo de las prácticas de riego podrá mejorar criterios de producción del cultivo, orientando las decisiones discrecionales del agricultor; pero dicho conocimiento podrá ser realmente útil cuando no sólo el personal que gestiona el sistema de distribución, sino también el agricultor tienen capacidad para **controlar las operaciones de riego**. Esto conlleva dificultades técnicas que deben ser superadas en forma apropiada a las condiciones del propio sistema de riego y a las de los campos de cultivo. En la práctica, la posibilidad y conveniencia de aplicar las conclusiones de esos trabajos a las circunstancias propias de cada cultivo depende de las características del sistema de riego (más o menos automatizado) y, sobre todo, de la capacidad del regante para controlar la programación y aplicación de sus riegos, es decir, de los métodos empleados para distribuir la concesión autorizada y de los criterios de operación a adoptar (**tiempo de aplicación**, **presión** y **módulo** de riego). En todo caso, la ventaja potencial de sistemas de riego con **servicio a la demanda** sólo es realmente aprovechada cuando los riegos, realizadas las oportunas evaluaciones de campo, son programados conforme a criterios que atiendan a los resultados de las mismas, así como a funciones de producción debidamente calibradas.

La interpretación de funciones de producción contribuye a orientar prácticas de riego hacia criterios de manejo del agua que optimicen la productividad de los cultivos. Ahora bien, la *rigidez administrativa de los sistemas de riego* limita en los mismos el interés práctico de técnicas agronómicas potencialmente útiles para racionalizar la utilización del agua de riego. Por el contrario, la **flexibilidad para programar y ejecutar los riegos** ofrece

[12] Evidentemente, el desconocimiento de cualquiera de los sumandos enunciados impide cerrar el balance. En consecuencia, sólo con trabajos de evaluación en sistemas de riego en campo será posible el cierre de los balances hídricos en cuencas hidrográficas. No hacerlos deja abiertas interrogantes importantes, en términos tanto cuantitativos como de calidad de aguas.

al regante la oportunidad de optimizar el régimen de su aplicación. La programación y aplicación discrecional, o a la demanda, de los riegos en una explotación puede ser orientada de acuerdo con la evolución del régimen hídrico. El grado de autonomía disponible permite al regante seleccionar programas de riego, con libertad para adaptarlos a las cambiantes y difícilmente previsibles condiciones del sistema suelo-planta-atmósfera. En tal caso, podrá controlar la aplicación del riego y lograr las ventajas que puede proporcionar la utilización racional del agua por los cultivos. El régimen hídrico sería estimado en función de criterios fundamentados en evaluaciones de campo y de datos sobre la intensidad diaria de la evapotranspiración, que habría de ser calculada a partir de medidas en centros experimentales adecuados, representativos de cada comarca de riego. En razón a todo ello, los métodos de distribución del agua de riego que ofrecen libertad al regante son objeto de un interés creciente. En todo caso, cuando, como es frecuente, el agua no es entregada a la demanda, el regante queda obligado a ingeniar medios para aplicar los riegos en condiciones que faciliten su control. Es el caso de las balsas con las que puede garantizar la autonomía necesaria para la aplicación discrecional de los riegos con un **servicio de agua por turnos**[13].

El conocimiento de funciones de producción relativas al factor agua y de su interacción con otros factores de producción ha adquirido un interés renovado en tiempos recientes, en razón al creciente control que el regante puede ejercer sobre el agua gracias a la modernización de los sistemas de riego. No obstante, el número de variables independientes implicadas no parece hacer posible una aproximación analítica que determine el proceso de producción. La necesidad de experimentar *in situ* es evidente. Cuando las condiciones de suelo, climáticas, etc., difieren de las consideradas experimentalmente, las reservas apuntadas sólo podrán ser disipadas por estudios adicionales de interpretación delicada. La investigación aquí necesaria está abierta, pero la utilidad de una asistencia técnica basada en un seguimiento próximo es ya evidente. Ahora bien, las técnicas de evaluación y ahorro son de aplicación costosa, y se produce entonces, al promoverlas, un complicado círculo vicioso.

El carácter evidente del agua, como factor de producción escaso, no está correspondido por el de que su precio sea libre. Por el contrario, se trata de un bien de dominio público fuertemente sujeto a disposiciones legales que regulan su utilización y que, por tanto, falsean su precio. En consecuencia, el agricultor, que paga poco por él, no está interesado en su ahorro. Este problema se plantea en el contexto de que el agua de riego no presenta facilidades para ser aforada. La falta o desatención de instalacio-

[13] Según se verá, esta solución se aplica en el entorno de Almería.

nes de aforo implica que la medida del agua administrada y su cobro por volumen sean una excepción. Como consecuencia, la explotación de los sistemas de riego no suele cargar sus costes de mantenimiento sobre el pago del agua consumida. Se restringe pues la caracterización del agua como factor de producción[14]. Genera problemas financieros que, a su vez, provocan deficiencias de mantenimiento en los sistemas de riego. Resulta así un deterioro de sus obras e instalaciones y, consiguientemente, se producen importantes pérdidas de agua e inseguridad en su provisión. En definitiva, rutina e ineficiencia en los métodos para su servicio y aplicación.

Dadas las dificultades para tarificar el agua de riego servida por sistemas por gravedad en zonas tradicionales promovidas por el Estado, la contribución de los regantes a los gastos de explotación se hace en función sólo de la superficie regada; pero, por razones de coste histórico y de inflación, esto ha venido a significar unas 10.000 a 15.000 pta/(ha/año) en concepto de canon y tarifa de riego. Tan exigua cantidad hace que todos, administradores y regantes, pierdan motivación para el seguimiento de su posible reinversión. En las redes controladas por el Estado, es decir, por las confederaciones hidrográficas, suele resultar un relativo abandono. La única solución al dilema planteado radica en la realización de programas de modernización de sistemas de riego, de asesoramiento de regantes y, en el caso de redes administradas por el Estado, de una profunda reforma de los servicios de explotación de las confederaciones hidrográficas implicadas, con vistas a racionalizar la gestión del agua de riego.

En el seno de una economía de mercado, puede ser difícil compatibilizar los intereses afectados: junto a los del agricultor, los sociales. A este efecto, es de interés observar que el agua despilfarrada sin coste aparente (al menos, para el usuario), tiene, sin embargo, un *coste social*. En efecto, es posible que el consumo excesivo sólo pudiera ser evitado mejorando la administración del agua, costeando equipos, servicios y asesoramiento técnico. No invertir en tales capítulos aparece como un ahorro para el usuario; pero también equivale a admitir una *externalidad* que el cuerpo social, en general, ha de pagar. En efecto, existen otras demandas de agua (sin que se haga sentir su posible efecto en costes de oportunidad), y el no ahorro de la ya disponible obliga a la búsqueda de nuevos recursos alternativos que sólo serán encontrados a un mayor coste.

Cabe suponer que la mala utilización del agua en las grandes zonas regables sea imputable a técnicas y criterios de manejo de riego inadecuadamente aplicados por los regantes, por lo que son razonables objetivos de rigor como los pretendidos por la legislación[15]. Pero es indudable que la

---

[14] Esta circunstancia económica quedará patente en el balance monetario de los invernaderos de Almería.

[15] Real Decreto 531/1992.

defectuosa gestión de los sistemas de riego se debe tanto a la actuación de los regantes como a la pasividad de los servicios de explotación de las confederaciones hidrográficas. No se observa que éstas hayan mostrado la suficiente sensibilidad al desarrollo científico y tecnológico experimentado durante los últimos treinta años. De esto es ejemplo una reciente disposición «por la que se aprueban las instrucciones y recomendaciones técnicas complementarias para la elaboración de los Planes Hidrológicos de cuencas intercomunitarias: ... «se detallarán las dotaciones netas..., se tendrán en cuenta las eficiencias de riego existentes en cada sistema en explotación... y garantías» cuya referencia es la satisfacción de una demanda que establece; da normas «generales» con precisiones aparentemente suficientes, pero no sustentadas por criterios racionales (ver O.M., nota n.º 4). Desgraciadamente, este defectuoso planteamiento se encuentra también en el análisis que fundamenta criterios de consumo utilizados con motivo del proyectado Plan Hidrológico Nacional[16]. Por esto, se justifican las reservas con que, frecuentemente, las comunidades de regantes se ven obligadas a aceptar las competencias y responsabilidades de policía asignadas a las confederaciones hidrográficas por la legislación. Y, porque el agua no se valora, también se justifica el talante pasivo de las propias comunidades cuando, como ya se indicó, las externalidades son pagadas por la sociedad.

Por todo ello, es preciso promover cambios que hagan posible la **gestión racional del agua de riego.** Sobre todo, con disposiciones cuyo cumplimiento pueda ser fiscalizado por los servicios de explotación de los organismos de cuenca. La financiación correcta del servicio de aguas de riego en grandes zonas regables aconseja un replanteamiento de la distribución de responsabilidades entre organismos de cuenca y comunidades de regantes. Es necesario, por una parte, procurar la autonomía de financiación de las comunidades, impulsando la participación activa de sus regantes. Por otra, es preciso internalizar costes nunca asumidos por los regantes. Al concienciarse éstos sobre el coste de conservar el agua, reconocerían la necesidad de integrar auténticos servicios de asistencia técnica que sistemáticamente desarrollen actividades de campo como las más arriba indicadas.

4. El regadío en Almería

Conocer todas y cada una de las zonas regadas, es, sin duda, un objetivo cuya extensión y detalle deben ser ponderados en razón a la utilidad que del mismo se espera y a las dificultades para alcanzarlo, en coste y tiempo. La pretensión a que aspiran estudios de «Caracterización de rega-

[16] Ver capítulo 2.3.2, MOPTMA (1994), «El ahorro de agua», en *Análisis de escenarios*, Plan Hidrológico Nacional.

díos» destinados a fundamentar el Plan Hidrológico Nacional contemplado por la Ley de Aguas de 1985 es tarea, además de costosa, demasiado ambiciosa para la capacidad de los medios hoy disponibles que pueden articular su realización (empresas consultoras, datos proporcionados por la administración y tiempo). Sin embargo, una información con aspiraciones más modestas, fundamentada en la proximidad física y el seguimiento a zonas regadas puede significar un razonable equilibrio entre objetivos económicos y medios, para, al menos, fundamentar un diagnóstico razonable y objetivo sobre la problemática a abordar. Es lo que viene haciendo la Estación Experimental «Las Palmerillas» en relación con EL REGADÍO EN EL CAMPO DE DALÍAS[17]. Las líneas que siguen resumen observaciones derivadas de dichos trabajos y destacan riesgos que hay que afrontar, detectados durante la ejecución de los mismos y que deben ser atendidos ya e inexorablemente, ante el retraso que viene sufriendo la aprobación del plan citado.

4.1. Antecedentes

El área del Poniente de Almería constituye un pie de monte de unos 10 km de ancho y 30 de longitud, al Oeste de la capital, entre los 2°33' y los 2°54' de longitud Oeste y delimitado al Norte por la Sierra de Gádor y al Sur por el mar Mediterráneo. El medio natural muestra tendencia a la desertización, y su desarrollo agrícola estaba detenido, aun a principios de los años sesenta, debido a que las prácticas agrarias convencionales encontraban condiciones edafoclimáticas extremadamente hostiles: a la mala calidad de sus suelos se añaden vientos fuertes y frecuentes y la extrema escasez e irregularidad de lluvias, determinante de sus pocos recursos hídricos superficiales. No obstante, el difícil aprovechamiento agrícola de sus tierras está condicionado también por temperaturas relativamente suaves y por una insolación excelente. Sobre esta base, una síntesis afortunada de antiguas prácticas de cultivo y diversas innovaciones técnicas hicieron posible el paso de una agricultura muy primitiva hasta llegar a la que actualmente caracteriza a la zona, con un avanzado grado de tecnificación. Allí se encuentra casi el 90% de los invernaderos de la provincia de Almería. Una importante fracción corresponde al llamado Campo de Dalías (en la zona de El Ejido), lo que, junto a sus características geográficas muy representativas de gran parte del SE español, justifica que sea tomado como referencia frecuente.

Las ramblas constituyen el sello característico de la red hidrográfica superficial de toda la costa almeriense y, en particular, del área conside-

[17] Ver LOSADA, A., y LÓPEZ-GÁLVEZ, J. (1995), *Gestión del regadío en el Campo de Dalías: Las comunidades Sol y Arena y Sol Poniente*, Almería.

rada. Su escaso potencial para asegurar una aportación regular explica el interés para promover la traída de aguas de otras áreas vecinas. Por contraste, hay que observar la abundancia de **recursos hídricos subterráneos**; sin embargo, hasta muy recientemente, ya en la década de los cuarenta, no se promoverían extracciones de cierta importancia. Los alumbramientos cuyo desarrollo sistemático ha venido a significar la transformación agraria de Almería (especialmente, en el Campo de Dalías), con su puesta en riego, correspondieron al Ministerio de Agricultura, a través del Instituto Nacional de Colonización (posteriormente, Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario). El agua bombeada desde los acuíferos sería, en principio, distribuida mediante **sistemas por gravedad**, desde acequias, y aplicada en eras, con riego «a pie».

Hacia 1955, se comienza a practicar el **enarenado**, técnica que habría de repercutir en el incremento del cultivo de hortalizas (sobre todo, tomate) para los mercados nacional y de exportación. El éxito obtenido hizo necesaria la explotación de nuevos pozos.

Hacia 1965, se dejaron ver las primeras **balsas**, o **albercas**, construidas a iniciativa particular de mampostería y cuya finalidad era flexibilizar el manejo del agua por los regantes. También por entonces, se construirían en plan experimental los primeros «**invernaderos**», denominación que se sigue aplicando a los cobertizos de plástico sostenidos por un entramado de materiales ligeros. Anteriormente, los cultivos de hortalizas en suelo enarenado sólo eran protegidos con **setos cortavientos**.

A partir de 1970, las extracciones de agua fueron de mayor gasto, y tendría lugar la expansión generalizada de los invernaderos; ahora bien, como secuela de una **sobreexplotación de acuíferos**, que había comenzado en fecha no bien determinada, fue detectado un descenso del nivel piezométrico de los pozos, y pudo ya observarse que la calidad de aguas de las extracciones más antiguas empeoraba progresivamente. Estos problemas serían relacionados más adelante con un posible fenómeno de **intrusión marina**[18]. Se modificarían, en consecuencia, las previsiones de proyectos iniciales, relativas a utilizar sólo agua de pozos, y se consideraría el suministro de **recursos hídricos superficiales** del embalse de Benínar.

La introducción del **riego por goteo**, con sistemas a presión, tiene lugar mediada la década de los setenta. Su expansión, ininterrumpida desde entonces, se hace no sólo a costa del riego tradicional a pie, sino también gracias al agua ahorrada con los mejores rendimientos ahora posibles; también, porque se usan recursos adicionales, por nuevos o más intensos alumbramientos. En todo caso, hay que observar que el desarrollo

---

[18] Ver Instituto Geológico y Minero de España (1982), *Estudio Hidrogeológico del Campo de Dalías (Almería)*.

de dicha técnica, junto a la de los invernaderos, no hubiese sido posible sin el mejoramiento conseguido en las propiedades del plástico, para la aplicación de riegos de alta frecuencia, en el primer caso, y para su adecuación como material de cerramiento, en el segundo.

Es de interés hacer notar una situación paradójica que viene resultando en gran parte del levante español como consecuencia de la escasez de recursos hídricos: avances tecnológicos como los relacionados con la aplicación de técnicas muy eficientes (bombeo en pozos profundos, cultivo bajo plástico y riego por goteo) vienen intensificando la sobreexplotación de acuíferos[19].

4.2. Sistema de cultivo

La intensa transformación a que han sido sometidos los suelos naturales desaconseja otra clasificación que la impuesta por horizontes antrópicos, por lo que sólo tiene valor práctico la descripción de las actuaciones que han venido a desarrollar el suelo artificial, en general enarenado, tanto «en calle», es decir, a cielo abierto, como bajo plástico (ver figura 4.1).

Con la preparación del suelo enarenado se palió el factor limitante suelo. Dicha técnica incluye, además de las labores iniciales de desfonde y nivelación, el aporte de una capa de tierra vegetal de unos 20 cm de espesor que se mezcla con 5 kg de estiércol por metro cuadrado de suelo, dada la necesidad de disponer de un sustrato para reserva de agua y nutrientes[20]. A continuación, se aplica otra capa de unos 2 cm de estiércol y, finalmente, se añaden unos 10 cm de arena de playa. Se configura así un suelo con cuatro estratos claramente diferenciados, tanto desde el punto de vista físico como químico. Los efectos beneficiosos duran entre tres y cinco años, pasados los cuales se realiza la operación de retranqueo consistente en levantar la capa de arena para reponer la totalidad del estiércol.

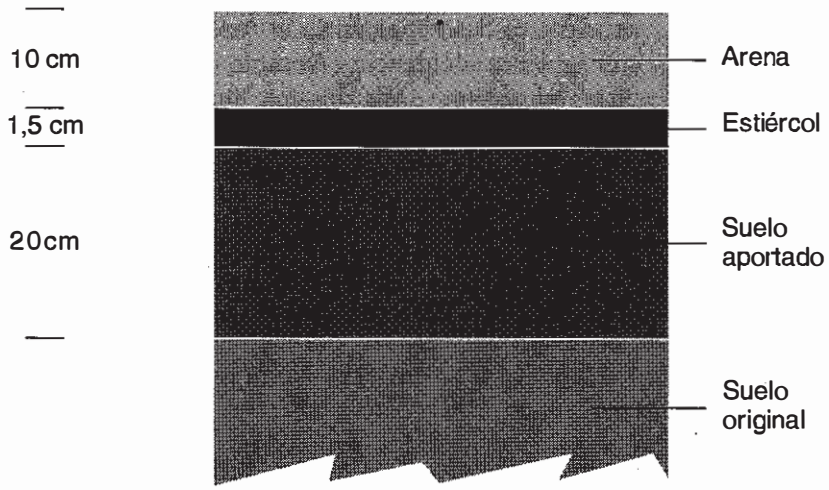
---

[19] En 1980, el Instituto Geológico y Minero de España (ahora Instituto Tecnológico y Geominero) reanudaría una serie de estudios específicos destinados a identificar una intrusión marina, hipótesis que acabaría confirmándose. En 1984, en respuesta a esta evidencia de sobreexplotación, se dictan las primeras disposiciones legales que limitan la expansión del regadío. Es el caso del Decreto 117/84, de 2 de mayo, de la Junta de Andalucía, que regula los alumbramientos y las captaciones, y de la Ley 15/1984, de 24 de mayo, de ámbito nacional, «para el aprovechamiento de los recursos hidráulicos escasos a consecuencia de la prolongada sequía». Vigente ya la Ley de Aguas de 1985, y al amparo de su artículo 56, el RD 2618/86, de 24 de diciembre, declaró provisionalmente sobreexplotado los acuíferos del Campo de Dalías, estableciéndose condicionantes para la ejecución o modificación de obras de alumbramiento y la exigencia de autorización para la implantación o ampliación de cualquier superficie de regadío.

[20] Con la llegada de sistemas de riego por goteo fijos, aptos para aplicaciones de alta frecuencia, esa operación pierde parte de su interés, y actualmente casi no se realiza.

Figura 4.1

PERFIL DE SUELO ENARENADO



La técnica de cultivo enarenado ofrece ventajas significativas. En primer lugar, consigue un buen rendimiento del agua de riego, al evitar pérdidas por evaporación y permitir el empleo de aguas salinas. Además, la importante aportación de estiércol amortigua las deficiencias que los programas de fertilización puedan producir a los cultivos.

Ya se indicó que a la técnica del cultivo enarenado, que se empezó a utilizar en la zona durante los años cincuenta, se añadió en los años sesenta la del uso de invernaderos, el principal avance técnico experimentado por el sistema de cultivo junto el del riego por goteo, que se incorporaría ya en los setenta. Dichos invernaderos se construyen conforme al tipo conocido como «parral de Almería», consistente en un cobertizo sostenido por una estructura de postes y alambre inspirada en la utilizada, desde el siglo XVIII, por los productores de uva de mesa (parraleros) para guiar este cultivo. El material de cerramiento es película plástica flexible de polietileno, que se coloca entre dos mallas de alambre soportadas por postes de madera, ahora en fase de sustitución por acero galvanizado. La forma de la cubierta solía ser plana o de poca pendiente, lo que hacía necesario perforar el plástico, para evacuar el agua de lluvia. En cuanto a la altura, empezó siendo inferior a 2 m. Actualmente, la tendencia es realizar construcciones con bastante pendiente, para mejorar las condiciones de radiación, siendo normal la altura en laterales de 3 m, hecho que mejora las condiciones ambientales y facilita el desarrollo de variedades de crecimiento indeterminado mediante la práctica del tutorado.

Las investigaciones realizadas en la Estación Experimental «Las Palmerillas» han puesto de manifiesto que la función de los invernaderos consiste, por una parte, en la menor demanda evapotranspirativa, así como en un aumento de la integral térmica diurna, consiguiendo mayor precocidad de los cultivos. Por otra parte, desempeñan un importante papel como cortavientos, con la consiguiente incidencia favorable sobre la calidad de los frutos. Todo ello es practicable gracias a dos características principales: fácil manejo y bajo coste. Una y otra inciden tanto en su viabilidad técnica como en su interés económico, ya que no requieren en el invernadero mano de obra con especial cualificación.

Los principales cultivos de la zona son: pimiento (corto y largo), tomate de crecimiento indeterminado, pepino (corto y largo), judía verde (crecimiento indeterminado y determinado), sandía, melón, berenjena y calabacín. El calendario de cultivo suele ser: pimiento a cultivar en otoño (junio o julio a enero o febrero) y en invierno (julio o agosto a febrero o abril); tomate a cultivar en otoño (agosto a enero o febrero), invierno (agosto o septiembre a mayo o junio) y primavera (enero o febrero a junio); pepino a cultivar en otoño (agosto o septiembre a enero o febrero) y primavera (enero o febrero a mayo o junio). La judía verde no tiene un ciclo determinado, siendo a estos efectos un cultivo comodín dentro de la rotación. En cuanto a la sandía y el melón, se cultivan en primavera (enero o febrero a mayo o junio) y la berenjena, en invierno (agosto a mayo). El calabacín, al igual que la judía, es un cultivo comodín. Las técnicas de protección de cultivos siguen normas de aplicación generales para plantas de invernadero. Las cosechas se sitúan muy por debajo del potencial productivo del material vegetal empleado; sin embargo, el rendimiento financiero es alto, debido a la utilización de una tecnología propia, con un bajo coste de inversión de capital y del alto rendimiento del factor trabajo. A este respecto, hay que tener presente que las pequeñas explotaciones que componen este sistema productivo utilizan fundamentalmente la mano de obra familiar, propia.

4.3. Sistema de riego

Las redes de riego se ajustan a planteamientos que es posible generalizar, a partir de los adoptados por algunas comunidades de regantes. Así, los sistemas de riego que éstas administran suelen disponer de instalaciones de captación consistentes en perforaciones con grupos de bombeo sumergidos y en las casetas de transformación correspondientes[21]. Su des-

[21] Es el caso de la comunidad «Sol y Arena», cuya red se encuentra en proceso de modernización, con acequias principales en fase de entubamiento y con depósitos de regulación en cola de las mismas.

carga vierte directamente a una red de transporte y distribución, por acequias o por tuberías a baja presión, que atiende un regadío cuya superficie recibe el agua por gravedad, a partir de determinadas cotas. Resulta así un sistema complejo de conductos principales, tuberías de interconexión y acequias o canalillas de distribución secundaria, hasta las fincas. Las acequias e hijuelas de esas redes principal y secundaria son, en general, de sección rectangular, construidas de hormigón o de fábrica, con compuertas de chapa en los puntos de seccionamiento y toma, a veces entubadas. Las tomas vierten a balsas de regulación con una capacidad que ronda los 300 a 500 m^3/ha.

Más allá de cada balsa, una red terciaria conduce y distribuye el agua de riego dentro de cada explotación. La cabeza de este sistema, propio de los agricultores, suele componerse de los siguientes elementos:

– Bomba: predominan las accionadas por electricidad, frente a los grupos de gasolina, en franco retroceso.

– Filtros y coladores. Normalmente, estos últimos son de anillas, con posibilidad de autolimpieza o de limpieza a mano, pero todavía suelen verse algunos de malla, cada vez más en desuso. Van situados antes de la entrada a la tubería principal.

– Cubas, donde se realiza la mezcla para tratamientos, con una capacidad variable, de 50 a 100 l. Es frecuente utilizar fertilizadores que suelen disponer de un tanque, con una capacidad entre 70 a 1.000 l, en derivación, o de una abonadora accionada por venturi, aunque también se utilizan bombas inyectoras. Recientemente, están adquiriendo creciente importancia los equipos dosificadores controlados por programas desde ordenador.

– De la cabeza del sistema, parte la tubería principal, de PVC o de PE, y a ésta va conectada la red ramificada de la explotación. De las ramificaciones correspondientes, se derivan las tuberías porta-ramales de cada unidad.

– Ramales porta-gotero, para distribuir el agua al pie de cada planta. Los más empleados son de 12 ó 16 mm de diámetro, normalmente con goteros interlínea cada 0,5 m. Los goteros suelen ser de un gasto que oscila entre los 3 y 4 l/h.

Las redes administradas por otras comunidades fueron concebidas con la pretensión de facilitar un servicio flexible del agua de riego (ver aptdo. 3.4). Es el caso de la red a presión de la cominidad «Sol Poniente», a cuyas arquetas de rotura de presión la Confederación Hidrográfica del Sur entrega el agua tomada en el embalse de Benínar[22]. Desde dichas arquetas,

[22] La comunidad se sirvió inicialmente, como fuente primaria de suministro de agua, en el embalse de Benínar, sobre el que ha sido otorgada una concesión; pero la disponibilidad de esta aportación es algo incierta, y últimamente utiliza pozos, para evitar la inseguridad de ese suministro.

el agua va entubada hasta embalses o depósitos de regulación, a cuya salida la comunidad tiene colocados unos contadores, interpuestos en las tuberías principales. Éstas forman mallas con nudos de cruce y desviación de aguas. De las tuberías principales salen los ramales, que se distribuyen sistemáticamente por toda la superficie de la comunidad, debidamente independizados de las tuberías principales por medio de llaves de paso que permiten un control a la distribución. Sobre las tuberías y ramales de distribución principales, se encuentran las bocas de acometida, con capacidad para alimentar 3 ha y que disponen de contador. En ellas se sitúan las tomas de regante, y el conjunto se encuentra dentro de una arqueta. Es aquí donde finaliza la propiedad de la comunidad. Las instalaciones de riego particulares de cada usuario nacen pues a partir de las bocas, donde ellos mismos suelen conectar sistemas de tuberías que disponen de contadores propios, situados dentro de los invernaderos. Por tanto, éstos, junto a los elementos de una explotación estándar de riego por goteo, disponen en cabeza de un contador, o llave volumétrica, reguladora de presión y limitadora de gasto. Este es el contador suministrado por la comunidad y propiedad del agricultor.

Al margen de las reformas indicadas, hay que observar que la comunidad Sol y Arena ha considerado oportuno afrontar importantes reformas. A la ejecución del entubamiento en curso del canal de su sector IV, habrá de seguir el de la red secundaria, para distribución del agua a la demanda[23].

En todo caso, los campos de cultivo que constituyen cada explotación se agrupan en uno o varios sectores, cada uno de los cuales, a su vez, se compone de una o de un número reducido de unidades de cultivo, con

[23] Así, ha estimado que la infraestructura de riego con que cuenta en la actualidad precisaría, más que una rehabilitación, una reforma profunda, conforme a un detallado plan de actuación. El trazado actual de sus redes principales y secundarias (incluso las ya entubadas) es el mismo que el construido, de origen, por el IRYDA. En cuanto a su fábrica, estaría muy deteriorada y no sería funcional. Las tareas de mantenimiento y conservación correspondientes no habrían sido suficientes, y las reparaciones efectuadas en algunos tramos sólo habrían servido para solventar la situación temporalmente. Por otra parte, además del deterioro de la red de distribución del agua y las consecuentes pérdidas por filtración, se han aducido problemas derivados del transporte a cielo abierto: pérdidas por evaporación, contaminación de las aguas por verridos incontrolados, crecimiento de algas y plantas que alterarían significativamente las condiciones de la corriente dificultando el control del caudal, enturbiamiento por acción del viento y de las lluvias, acumulación de depósitos de tierra y dispersión de enfermedades. A todo ello, se añadirían dificultades para controlar el aprovechamiento ilegal de las aguas. Otros problemas serían consecuencia de la necesidad de realizar el servicio por turnos, lo que implica para el agricultor la necesidad de planificar sus futuros riegos con una semana como mínimo de antelación, así como la incomodidad de estar pendiente para recibir el agua, sea de noche o de día. También se habría considerado el esfuerzo económico y material necesario para contar con un buen embalse y para la gestión posterior del agua, con carácter ya particular. Por otra parte, no se evitaría, en general, que esa lámina libre suponga un incremento importante de las pérdidas por evaporación. Por último, se añadiría una observación, en relación con el coste del agua: puesto que la fuente principal de abastecimiento de la comunidad está constituida por pozos muy profundos, la energía eléctrica para su elevación supone un gasto considerable. Éste sería incrementado por la ausencia de capacidad reguladora del sistema principal, que obliga a la comunidad Sol y Arena a bombear incluso cuando más cara es la energía.

riego simultáneo. Estas unidades ocupan un invernadero o fracción, y su sistema de riego se compone de una tubería portarramales con una serie de ramales portagoteros, paralelos y equidistantes, que siguen las líneas de cultivo.

4.4. Gestión del agua

Las comunidades suelen administrar autónomamente los servicios de explotación de sus sistemas de riego.

En sistemas abiertos y a baja presión, las entregas de agua se hacen por turnos, en tandas semanales. En los quijeros de las acequias principales se localizan las tajaderas que abren el paso hacia las canalillas, y el turno es allí impuesto conforme al debido cumplimiento de algunos requisitos operativos[24]. El servicio de agua que pasa a las canalillas para ser distribuida a varios regantes empieza por las fincas situadas en cabeza, a mayor cota, y se desciende hasta llegar a la última, que será la servida por la toma a cota inferior. El agua se va «cortando» por cada agricultor, una vez pasado el turno de riego del anterior. El corte del último significa el cese de una tanda y el cierre de la tajadera, hasta el comienzo de la siguiente. El servicio se factura por horas[25].

El método de gestión descrito puede significar que se tarde en recibir el agua entre siete y diez días, desde que se pidió. El agua así repartida era aplicada «a pie» a los campos de cultivo; pero el goteo viene sustituyendo dicho método de riego, hasta haber llegado a convertirse en el método de aplicación por excelencia en la zona. Existe todavía entre un 10% y un 15%, aproximadamente, de superficie con riego a pie.

La adaptación al riego por goteo ha hecho necesario dotar de mayor flexibilidad a los calendarios de riego, y esto es lo que el regante ha resuelto con las balsas, o albercas, de regulación interpuestas en el curso del agua, tras las tajaderas de toma. La presencia de balsas destaca así hoy como elemento básico del sistema en finca, característico de la explotación agraria correspondiente[26].

---

[24] El suministro medio tiende a ser modulado en 50 l/s y, para conseguirlo, el relojero se rige por marcas que existen en las acequias, indicadoras del calado correspondiente a ese gasto. Para que se pueda suministrar gasto suficiente, se ha de producir el llamado «embote», que supone el cierre de compuertas transversales, a lo largo del canal principal, de forma que, impidiéndose el paso del agua, se mantengan los calados convenientes. Aliviaderos con la coronación a la altura conveniente evitan el riesgo de desbordamiento lateral y vierten los sobrantes hacia acequias destinadas a usuarios aguas abajo.

[25] Anualmente se interrumpe el suministro de agua por un período de quince días en el mes de julio. Durante este tiempo, se realizan operaciones cuya mayor dificultad aconseja evitar que la red esté transportando agua. Es el caso de las tareas de reparación y limpieza de canales y canalillas.

[26] La construcción de las balsas suele ser de hormigón o de tierra con recubrimiento de caucho, o de butilo, o de PVC. Su forma suele adaptarse a un volumen cilíndrico, o de prismatoide, con planta de sección rectangular o trapecial, siempre buscando la forma del terreno. La techumbre varía, y existen balsas descubiertas, cerradas o semicerradas con malla o plástico negro.

El esfuerzo económico para construir sus balsas, realizado por los propios comuneros, se compensa en cuanto que éstos ven facilitada la autogestión del uso del agua almacenada, durante el tiempo entre turnos. Por este procedimiento, partiendo de una infraestructura de riego y de una metodología para distribuir el agua pensada y proyectada para riegos por inundación y por surcos, se hace posible adoptar las nuevas técnicas de riego por goteo: el agua se sigue suministrando al agricultor por medio del sistema descrito, distribuida por turnos; pero, en los puntos de toma, en lugar de ser aplicada directamente a los campos de cultivo, pasa a ser almacenada en las balsas mencionadas, que permiten su regulación, para su utilización posterior, a discreción, previa impulsión a sistemas «a presión» (ver aptdo. anterior)[27].

En cuanto a criterios aplicados por los regantes para el riego de sus cultivos, la casuística es muy variada. En todo caso, existen modelos que estiman con precisión razonable el potencial de rendimientos de riego en campo, en general muy alto, como corresponde a la elevada uniformidad con que se aplican los riegos[28].

La frecuencia de los riegos depende de los cultivos considerados, de la época del año, del clima y, la mayoría de las veces, de los hábitos y costumbres del agricultor, o de recomendaciones de su servicio técnico. En general, se suele regar cada uno o dos días, en verano, y cada tres o cuatro días, en invierno. El tiempo de riego medio viene a ser de veinticinco a treinta minutos, con goteros cuya capacidad es de unos 3 l/h y que son instalados con una densidad de dos por m^2. Durante su aplicación, se practica la *fertirrigación*[29].

En cuanto al sistema de riego de la totalidad de los agricultores de la comunidad de Sol Poniente es por goteo. Por lo que respecta a la distribución del agua, ya se indicó que el servicio es a la demanda. Se hace mediante llaves en cabeza de la explotación donde debe disponerse de una presión entre 3 y 6,5 atmósferas[30]. La comunidad controla la gestión del

---

[27] La modernización que así se ha podido producir en el manejo u operación de los riegos en finca ha tenido como protagonista al agricultor. Se estima que, durante el período 1981/1986, éste ha realizado inversiones que superan los 1.000 millones de pesetas por año en la mencionada transformación en finca, de sistemas a pie por sistemas a presión.

[28] Programa de investigación en curso en la Estación Experimental «Las Palmerillas».

[29] A este efecto, los agricultores suelen establecer tres fases: durante la primera, con una duración entre cinco y diez minutos, se procede al llene de las tuberías y, a continuación, se inicia la segunda fase, que consiste en la introducción de los fertilizantes, durante unos veinte minutos, lo que viene a ser normalmente el 80% del tiempo de riego; durante la tercera fase, se aplica agua sola.

[30] Usualmente, se empleaban, como aún en la comunidad Sol y Arena, balsas de regulación, pero de entre las instalaciones de las explotaciones, se observa cómo la balsa va perdiendo su papel, a medida que el agricultor va tomando confianza en el nuevo sistema a la demanda. El abandono progresivo de las balsas es aún más significativo porque las nuevas construcciones o inversiones ya no consideran a la balsa como una parte de la misma. También desaparece en cabeza del sistema la tradicional bomba impulsora, ya que el agua llega a los campos a la presión indicada, por lo que las instalaciones de riego no necesitan bombear agua.

suministro a través de las lecturas de los contadores en las tomas de campo de los usuarios, pero lo hace también, cada tres meses, con el contador de su propiedad, situado en las bocas de acometida[31].

4.5. Costes y producción

El cuadro 4.1 muestra el orden de magnitud de diferentes capítulos que pueden constituir el **inmovilizado fijo**. Se observa que la inversión requerida para iniciar el cultivo asciende a unos 27 millones de pesetas por hectárea. En la partida de infraestructura de riego, se ha incluido la electrificación, el sistema de conducción, la red de canalillas y la construcción de la alberca o balsa. El coste de esta última representa la mitad de la partida

Cuadro 4.1

IMPORTE DE LA INVERSIÓN (10^6 ptas/ha)

Concepto	*Mínimo*	*Máximo*	*Medio*	*%*
Compra de tierra[32]	4,0	10,0	7,0	25,8
Desmonte y nivelación	0,5	1,5	1,0	3,7
Enarenado	2,2	5,2	3,7	13,7
Invernadero	5,0	11,0	9,0	33,2
Infraestructura de riego	3,3	5,0	4,0	14,8
Sistema de goteo	1,0	3,3	1,5	5,5
Obras complementarias	0,6	1,1	0,9	3,3
Total	16,6	36,1	27,1	100

[31] La comunidad realiza la facturación del trimestre sobre la lectura del contador en toma del usuario. Si esta lectura no se ha podido tomar, por estar ausente el propietario y el contador resultar inaccesible, la facturación se realiza sobre la lectura del contador situado en boca, descontando de la lectura los volúmenes utilizados por el resto de usuarios conectados. A la lectura que resulta se le suele aplicar unos coeficientes correctores, ya que se detectan diferencias entre el contador de la comunidad y el colocado en la llave de los usuarios. Estas diferencias pueden oscilar en torno al 10%. En caso de que se compruebe que la lectura obtenida por este procedimiento ha sido muy superior a la que marcaba el contador del usuario, no se le vuelve a facturar hasta que alcance el volumen que se le facturó. Como norma general, siempre prevalece la lectura del contador del usuario.

[32] Se observa que el coste de la tierra es desproporcionado para el que podría corresponder a la casi nula calidad del suelo. Esta aparente incoherencia se explica cuando se considera que la tierra en cuestión va asociada a un título de propiedad de agua. A una hectárea pueden corresponder dos a cinco *horas de agua* que, en la jerga local, quiere decir horas al mes a razón de 50 l/s, es decir, 360 a 900 m^3/(ha/mes). En términos económicos, conviene precisar que la propiedad de una hora puede significar una inversión de 500.000 pta, la cual sólo da el derecho de uso, pero no es aún suficiente para ejercerlo. Esto implica, además, sostener los gastos de explotación impuestos por la comunidad de regantes, que pueden ser del orden de 3.600 pta/h, es decir, unas 20 pta/h a razón de 50 l/s. Alternativamente, el riego de tierras de secano obliga a contratar la compra de horas de servicio de agua de riego.

en cuestión, que no incluye el sistema de riego. A éste, corresponden la instalación de bombeo y de la red de tuberías terciarias, desde la cabeza del sistema hasta los portarramales y ramales de goteo. En su conjunto, la partida de infraestructura de riego más la del sistema de riego por goteo vienen a costar unos 5,5 millones de pesetas por hectárea, lo que representa el 20,3% del total de la inversión. Caso de utilizar sustratos y de disponer de agua a la demanda con suficiente presión, no se precisan las inversiones para enarenado ni para alberca (a la que corresponde un coste de 2,6 millones de pesetas por hectárea). Se reducen entonces dichas inversiones en unos cinco millones de pesetas. En contrapartida, el coste del sustrato puede significar del orden de 1,3 a 1,8 millones de pesetas.

El cuadro 4.2 desglosa el capítulo de **gastos corrientes** en gastos de cultivo, generales imputables a la campaña, de mano de obra, amortizaciones y agua, de la campaña 1994-1995.

Cuadro 4.2

GASTOS CORRIENTES Y AMORTIZACIONES

Especificación	*Valores extremos (10^6 ptas/ha)*	
	Mínimo	*Máximo*
Gastos de cultivo	1,00	2,00
Gastos imputables a la campaña	0,80	1,30
Mano de obra	1,00	2,00
Amortizaciones	0,80	1,20
Agua	0,08	0,20

Los gastos de cultivo contemplan la compra de semillas, de fertilizantes y de agua, junto a otros gastos atribuibles al cultivo, excluida la mano de obra, con un total que se sitúa en torno a 1,3 millones pta/ha. Esta cuantía, que no alcanza el 50% del total de gastos corrientes, representa un porcentaje relativamente moderado, por comparación con la que le corresponde con cultivos menos intensivos. Al agua, a razón de 5.000 m^3/(ha/año) y 20 pta/m^3, corresponde menos del 8% de estos gastos.

Los gastos generales incluyen la reposición del plástico (cada dos años) y la operación de retranqueo (cada dos años), además de la desinfección del suelo, el mantenimiento del invernadero y el interés del capital circulante. En su conjunto, estos gastos suponen del orden de 1 millón pta/ha. La mano de obra es uno de los capítulos más importantes de la partida de gastos. Oscila entre uno y dos millones pta/ha. Los indicadores económicos (tales como el valor actual neto o la tasa interna de rendimiento) son muy sensibles a la

variación de este sumando[33]. Conviene destacar que, desglosado del total de gastos corrientes, el gasto del agua representa menos del 4%.

Del seguimiento efectuado a una serie de explotaciones representativas, se obtuvieron las cifras registradas en el cuadro 4.3. Se deduce que los ingresos brutos se movieron en una banda entre 5 y 10 millones de pta/(ha/año).

Cuadro 4.3

PRODUCCIÓN Y PRECIOS DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS (CAMPAÑA 1994-1995)

Alternativas anuales	*10^4 kg/ha*	*pta/kg*
Judía de enrame (O)	3-5	30-400
Judía de enrame (P)	4-6	30-600
Pimiento corto	4-8	20-350
Sandía o	3-10	5-75
Melón	2-5	10-300
Pepino holandés	7-14	15-250
Sandía o	3-10	5-75
Melón	2-5	10-300
Pimiento	4-8	20-175
Tomate	6-20	15-175
Berenjena	6-16	15-375

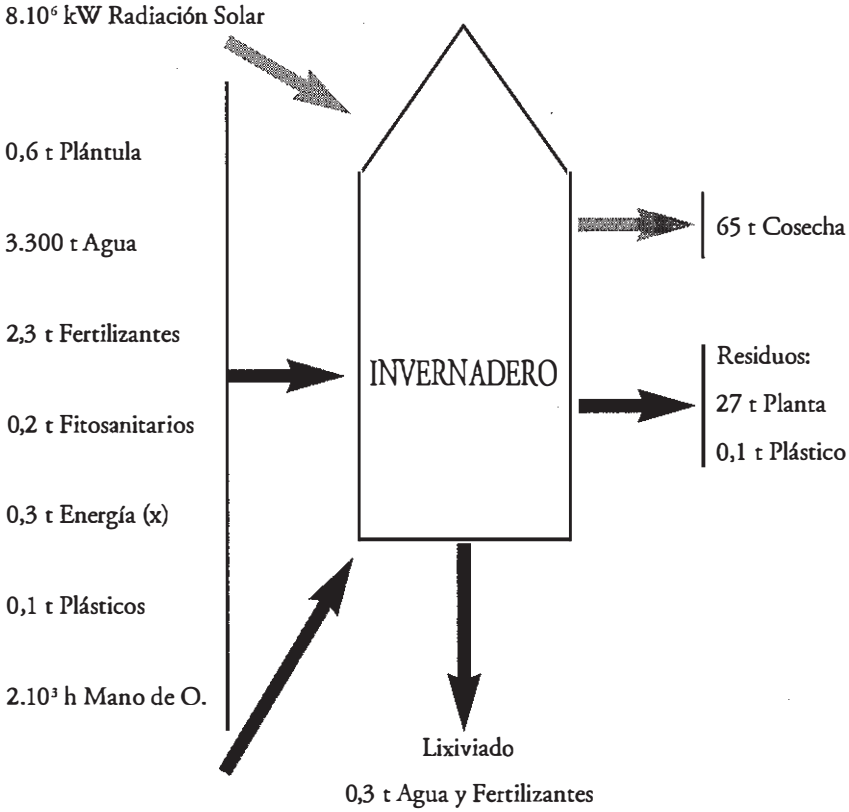
O: ciclo de otoño.
P: id. de primavera.

En los dos esquemas adjuntos, se han representado datos tomados en una explotación comercial, durante la campaña 1994-95, con cultivos de pimiento (trasplantado el 25 de julio y arrancado el 19 de febrero) y de melón (trasplantado el 22 de febrero y arrancado el 9 de junio). Corresponde el primero a términos físicos y el segundo a términos monetarios (ver figuras 4.2 y 4.3, respectivamente). En cada sistema de cultivo, se representan las entradas (insumos) y salidas (cosecha y residuos). Los residuos de cosecha se han valorado al coste actual que el ayuntamiento de El Ejido cobra por llevarlos al vertedero.

[33] Ver LÓPEZ-GÁLVEZ, J., CARREÑO, J. S., NAREDO, J. M., y CASTILLA, N. (1993), «Análisis técnico-económico de estructuras alternativas al invernadero de cubierta plana parral-Almería», *Inv. Agr., Prod. y Prot. Vegetales*, 8 (3).

Figura 4.2

BALANCE FÍSICO EN INVERNADERO



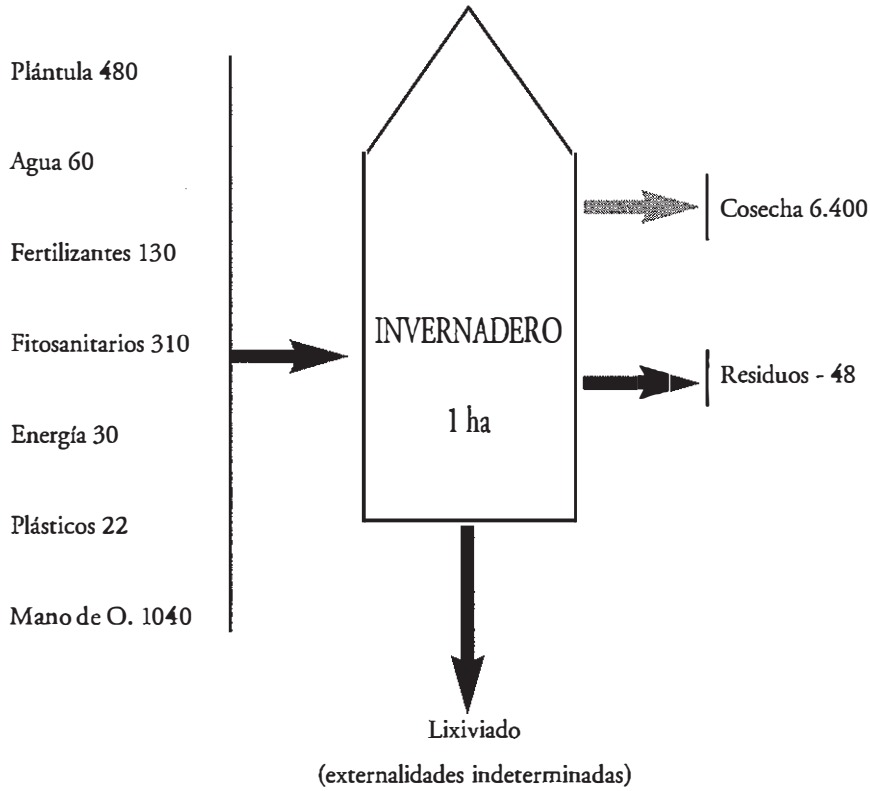
Enarenado:

100 t/ha • 3 años de estiércol
1.600 t/ha • 15 años de arena
2.600 t/ha • 40 años de tierra

(x) = Combustible

Figura 4.3

BALANCE MONETARIO DE INVERNADERO.
(10^3 ptas, campaña 94/95)



4.6. Sostenibilidad

Se ha mostrado cómo en la costa de Almería se ha experimentado un notable desarrollo materializado en el paso de un regadío marginal a una de las agriculturas más prósperas de la Tierra. Fundamentalmente, ello ha sido posible porque las técnicas de cultivo y las de manejo del agua en campo se han reformado y modernizado. Los regantes utilizan semidiscrecionalmente el agua de sus redes, con una modulación que ha podido pasar de los 20 l/s que servía el INC o IRYDA, por turnos, cuando gestionaba las áreas que contribuyó a transformar, al módulo de unos 50 l/s que actualmente se distribuye por comunidades de regantes bien por turnos (pero para ser almacenada por los regantes en sus propias balsas), bien a la demanda (más o menos restringida).

Como aspectos negativos de la transformación señalada, hay que indicar, en primer lugar, el carácter incontrolado de la expansión que ha experimentado el regadío, siendo patente la ininterrumpida invasión del terreno natural por parte de la superficie invernada. Pero lo que es realmente grave es que ello ha sido posible gracias no sólo al agua ahorrada con el mejoramiento de técnicas de cultivo, sino también al incremento de la que viene siendo alumbrada por procedimientos que pueden haber desbordado el marco legal impuesto por la administración. Es decir, la expansión de riqueza se está haciendo a costa de un desmedido uso de los recursos hídricos disponibles.

Las restricciones impuestas por las disposiciones legales no han resuelto el objetivo último de controlar las extracciones de los acuíferos, aunque sí llegaron a suponer la congelación de algún proyecto oficial de puesta en riego. La iniciativa privada tomaría el relevo en el alumbramiento desde acuíferos profundos para regar tierras dentro de las correspondientes zonas. El desarrollo incontrolado del regadío no parece haber encontrado aún el deseado freno por parte de la administración pública, en cuanto a la ordenación racional del alumbramiento y uso de recursos hídricos subterráneos. Aunque no se dispone de un censo preciso de la superficie de la zona organizada en comunidades de regantes, cabe estimar que una importante superficie adicional a la reconocida oficialmente está en proceso de transformación o ha sido ya transformada.

La falta de control de operaciones de extracción de agua en el Campo de Dalías hace imposible evitar la sobreexplotación de acuíferos capaz de producir intrusión marina. A este respecto, hay que observar que la experiencia administrativa en materia de aguas de riego ha puesto en evidencia que la magnitud y complejidad de las tareas encomendadas a los servicios de explotación del regadío de las confederaciones hidrográficas no ha conseguido el necesario control en el uso de un recurso tan escaso, con usos competitivos y tan indispensable como el agua. La situación resulta agravada ante el hecho de que no se ha rellenado debidamente el hueco de competencias anteriormente encomendadas al Instituto Geológico y Minero, al IRYDA o a servicios de Extensión Agraria. La administración pública parece haber declinado el rigor que, según la legislación vigente, se quiere aplicar al uso racional del agua y, en particular a la destinada al regadío.

La actual situación del Campo de Dalías requiere disponer de información sobre disponibilidad de agua y su utilización para conocer el balance hídrico. La necesidad de controlar el balance salino por su influencia en la contaminación de suelos y de acuíferos, también es evidente. Con el objetivo de proporcionar datos experimentales útiles para la solución definitiva al problema de la sobreexplotación de los acuíferos, así como con el fin de abrir cauces para que la agricultura real se beneficie de avances técnicos a disposición de los regantes, diversas actuaciones deben ser acometidas sin demora:

1. Intensificar el seguimiento de los acuíferos, por lo que respecta tanto a su realimentación y a la calidad de sus aguas como a su explotación.

2. Asistir técnicamente a los regantes en cuanto al desarrollo y aplicación de criterios de riego científicamente orientados hacia balances hídricos y salinos adecuados a la producción del cultivo y, necesariamente, a la sostenibilidad del suelo o sustrato y del propio acuífero.

3. Impulsar acciones legales que flexibilicen el manejo del agua en el regadío, por las comunidades de regantes, al tiempo de asegurar su uso racional.

Conviene estudiar la conveniencia y viabilidad de delegar algunas funciones de explotación de aguas de riego sobre las comunidades de regantes, a fin de que éstas puedan disponer de capacidad de autogestión y de autofinanciación que compense las deficiencias de que viene adoleciendo la administración pública. Al efecto de establecer criterios, métodos y prácticas para administrar, distribuir y aplicar el agua de riego, las actividades de asistencia arriba enunciadas deben contar con servicios técnicos adecuados, lo que exigirá una reestructuración de los servicios tradicionales. En todo caso, las responsabilidades a depositar exigirán, sin lugar a dudas, un grado de profesionalización mayor que con el que actualmente cuentan. Y, desde luego, dada la delicada misión del dominio público hidráulico en cuestión, los límites a la autogestión, bajo la tutela del Estado, deben quedar muy cuidada y detalladamente establecidos.

Es obvio que abordar las tareas indicadas sin disponer de un conocimiento detallado de la situación que realmente vive el regadío hará que el cometido sea no sólo arduo, sino también poco sistematizable y operativo. Conseguir ese conocimiento es pues una tarea ineludible, previa a la realización de las arriba enunciadas.

Por todo ello, se propone, en primer lugar, la realización de estudios de zonas regables que informen sobre el ordenamiento de las aguas que se les destinan: análisis de sus estatutos, descripción de sus sistemas de riego y de la estructura del regadío, régimen de administración del agua y análisis financiero. En segundo lugar, sobre la información analizada, fundamentar marcos técnico, legal y administrativo adecuados a los objetivos arriba señalados.

5. Conclusiones

Situaciones de escasez de agua como la actualmente vivida ayudan a tomar conciencia de que la gestión del agua destinada al regadío ha de ir aparejada con la aplicación de criterios para racionalizar su uso. Tales criterios deben asociar objetivos de **ahorro** (lo que equivale a aumentar la

oferta disponible de recursos hídricos), **rendimiento productivo** (facilitando la capacidad de pago de los costes relativamente altos que el ahorro precisa) y **control ambiental** (puesto que todo uso de agua para riego implica un impacto no sólo por la erosión imputable a escorrentías, sino porque el agua del suelo constituye el único medio de transporte de sales y productos fitosanitarios). Para todo ello, se hace necesario, por una parte, un mejor **conocimiento de la demanda hídrica de los cultivos,** y **de los métodos para satisfacerla**; por otra, rehabilitar o modernizar los sistemas de riego, con el apoyo de estaciones de ensayo que desarrollen y controlen el cumplimiento de normas de control. Asimismo, un **seguimiento de la utilización del agua en los sistemas de riego y en los campos de cultivo**, procurando la información pertinente a los términos del **balance hídrico** relativos al riego, tanto a escala de grandes sistemas como de unidades de cultivo. El seguimiento del balance hídrico del suelo, necesario para mejorar el rendimiento del agua de riego, es fundamental también para controlar su **balance salino** y, por tanto, los procesos de contaminación de suelos y de acuíferos. Para todo ello, se precisa desarrollar una intensa, laboriosa y permanente actividad evaluando riegos, lo que conlleva la exigencia de medir en campo diversas variables significativas. Queda justificada así la conveniencia de desarrollar programas de asistencia técnica, y de reestructurar y revitalizar el concepto y funciones de estaciones experimentales que atiendan servicios de asesoramiento de riegos.

El control de la distribución de los riegos es condición necesaria para definir y aplicar criterios que pretendan optimizar resultados, con el fin de ahorrar agua; pero su ejercicio requiere importantes **costes** y no es simple. Por una parte, conviene considerar factores relacionados con la estructura, características y régimen de mantenimiento y operaciones del propio sistema de riego. Lógicamente, el manejo del mismo condiciona la distribución de la lámina de agua a los campos de cultivo. Los costes que se reconocen al agua no son el reflejo de los que deberían corresponderle, en primer lugar, por tratarse del recurso fundamental para mantener el desarrollo económico y hacer posible la protección ambiental; en segundo lugar, por su escasez, y, finalmente, pero no con menos importancia, por las inversiones y gastos que exige el ponerla disponible. El agua representa un porcentaje mínimo de los gastos de cultivo, y, en consecuencia, los regantes no son sensibles al pequeño ahorro adicional que podría resultar de esfuerzos para mejorar el rendimiento del uso del agua en campo.

Por otra parte, también interviene el régimen hídrico del suelo y, en particular, el agua consumida en evapotranspiración, tanto como la no utilizada y, por tanto, devuelta a los cursos naturales. Tantos condicionantes dependen, a su vez, de numerosos factores que interaccionan y que pueden no estar sujetos a control. Hay que temer, en particular, que la variabilidad de factores edáficos y climáticos dificulte la aplicación de hipotéticas

relaciones de producción de cada cultivo. Consecuencia de tantas dificultades a la meticulosa atención que requiere la explotación de los riegos es que la viabilidad de las prácticas de control presente importantes interrogantes. Además, se añade el hecho de que la tutela de la administración del dominio público hidráulico es competencia de un ministerio inadecuado para fiscalizar la explotación de los sistemas de riego. Todo ello contribuye a explicar por qué no se ha encontrado aún la forma adecuada de evitar el despilfarro del agua que utilizan, reducir el consumo hídrico de los cultivos y optimizar la producción, al tiempo de garantizar la conservación ambiental que dé permanencia a un regadío sostenible.

Por todo ello, la necesidad de controlar y, menos aún, medir el uso de agua no es aún sentida en términos satisfactorios.

Se reconoce el impulso de **disposiciones legales que promueven la rehabilitación** y **modernización de** sistemas **de** riego antiguos, atendiendo a objetivos de flexibilidad de manejo; pero, además, **convendría potenciar** la **autonomía de gestión** a **ofrecer** a **las comunidades de regantes**. Complementariamente, habría que facilitarles asistencia técnica. No sólo por lo que respecta a programas para aplicar y evaluar los riegos, sino también para contribuir al correcto funcionamiento de obras y equipos con tecnología complicada y, sobre todo, para capacitar a dichas comunidades a responder en forma adecuada a la compleja problemática del *dominio público del agua.* En cualquier caso, una administración pública activa debería garantizar la protección de dicho dominio ante el riesgo de que comunidades de regantes técnicamente demasiado desasistidas pretendieran asumir excesivas responsabilidades en el mismo, sin las debidas garantías.

La confluencia de condiciones climáticas favorables y de avances tecnológicos ha significado que la **realidad agraria actual del Campo** de **Dalías ha superado todas las previsiones** cuando, hacia 1950, se planificó el desarrollo agrario de la zona. El proceso entonces iniciado con el aprovechamiento de sistemas de alumbramiento y distribución del agua ha impulsado una agricultura de riego cada vez más intensiva, sostenida hasta ahora por los avances experimentados en materia de transformación de suelos, de técnicas de cultivo y de explotación de acuíferos.

Nuevas técnicas de transporte, distribución y aplicación del agua hacen que el riego se aplique en los campos de cultivo con rendimientos muy estimables, en relación con lo que es posible esperar del escaso valor económico que se reconoce al agua; sin embargo, su aplicación no va acompañada de una disminución del gasto de agua en la zona, sino al contrario, lo que es debido al crecimiento incontrolado de la superficie regada. Por otra parte, no hay control de operaciones de extracción de agua, para evitar la sobreexplotación de acuíferos capaz de producir intrusión marina.

Para desarrollar una política de ahorro de agua, o su uso con el mayor rendimiento posible, es preciso:

1. **Cuantificar el recurso**. Una premisa a tener presente es que la cantidad de agua existente, renovable y utilizable, es limitada, como lo impone el ciclo del agua, ya que las soluciones técnicas que se apuntan para incrementar el agua disponible, modificando artificialmente el desarrollo natural del ciclo (con procesos de desalación, depuración y reutilización de aguas residuales, lluvia artificial, etc.) son de aplicación asimismo limitada, o de costo excesivo, o ambas cosas.

2. Conocida el agua disponible, se precisa una **gestión racional con el apoyo de técnicas disciplinares de hidrología, ingeniería y economía**. Una labor fundamental de las unidades administrativas competentes será la de aportar información que permita desbrozar el oscurantismo actual. La Administración deberá cuantificar y proporcionar los datos pertinentes sobre disponibilidad y usos del agua, así como sobre sus costes y precios. Éstos deberán ser la base para el cálculo económico y la justificación social de los proyectos a desarrollar.

En definitiva, se hace necesario ordenar la admistración de las aguas de forma que, en el marco de las condiciones hidrológicas naturales, desaparezca la amenaza a la que, durante demasiado tiempo y recurrentemente, se alude con la denominación pseudodisculpante de «pertinaz sequía».

LA DESALACIÓN DEL AGUA PARA USO AGRÍCOLA

Fernando Ojeda
Planta desalinizadora «Salinas», Las Palmas de Gran Canaria

La desalación de aguas salobres y marinas se ha extendido por las Islas Canarias, hasta hacer de ellas uno de los territorios con más experiencia sobre el tema. Sin embargo, la desalación sigue teniendo defensores y detractores que enarbolan cifras de costes extremadamente dispares. El texto que sigue trata de ofrecer información objetiva sobre la viabilidad técnica y económica de la desalación, apoyándose para ello en una experiencia concreta, la que brinda la planta desaladora «Las Salinas», en la isla de Gran Canaria. El hecho de que esta planta se hay insatalado para abastecer a 500 hectáreas de cultivo de regadío mediante desalación de agua marina y de que lleve haciéndolo ya de forma ininterrumpida durante ocho años (sin subvenciones), muestra que la desalación es una alternativa real de abastecimiento que alcanza incluso a los cultivos agrarios.

A continuación se presenta, de forma clara y escueta, la información técnica y económica relativa a este experiencia. Hay que advertir, no obstante, que el avanzado perfeccionamiento técnico de la planta en cuestión hace que los datos de costes aquí reseñados informen más sobre las posibilidades reales de esta técnica que sobre la realidad de un sector cuyo abanico de instalaciones, formas de gestión y costes ofrece gran amplitud.

La isla de Gran Canaria padece una sobreexplotación de las aguas subterráneas que, unida al problema de la intrusión marina, y la escasez de agua embalsada dibujaba a mediados de los 80 un panorama sombrío para la agricultura de exportación.

En 1986, *Juliano Bonny Gómez, S. A.,* decide la desalación de agua de mar con objeto de conseguir una cantidad y calidad de agua adecuada para los cultivos de ***tomates, pepinos, habichuelas y pimientos*** y que en el mercado del agua brillaba por su ausencia. Con esto queremos decir que sin la desalinizadora, el segmento productivo de estas hortalizas hubiese desaparecido de la empresa. Sólo tendríamos el tomate capaz de aguantar aguas salobres y no las otras hortalizas que demandan otra calidad de agua de contenido menos salino.

En 1987 arranca *«Las Salinas»*, planta desaladora de osmosis inversa, con una producción nominal de 2.000 m³/día y una calidad de 600 microsiemens equivalente a cerca de 300 ppm de sales totales. Producción que se conseguía con 4 módulos cada uno de ellos con 8 tb,s x 6 Mb,s TFC-2021 SS de Fluid Systems UOP.

Captación

El agua de alimentación se obtiene a través de un pozo playero que a la larga ha sido uno de los elementos diferenciadores de la planta a nivel mundial, por su extraordinaria calidad.

Las bombas de alta presión, al principio, tienen el extremo líquido fabricado en una aleación de níquel, bronce, aluminio, que procede de una compañía de bombas tradicional en el suministro de empresas petrolíferas.

Pretratamiento

Se dosifica 4 ppm de ácido sulfúrico, para ajuste de pH, y Bisulfito sódico 25 ppm, como reductor.

La construcción de la planta se realiza con medios propios adaptando un diseño de una ingenieria de EE.UU. y contactando directamente con el fabricante de membranas y con el de bombas de presión. El primero es *Fluid Systems* (Compañía del grupo UOP, actualmente de *ANGLIA* multinacional británica) con su membrana espiral, y el segundo *UNIÓN PUMP Co.* de Michigan.

Hay que decir que Juliano Bonny Gómez, S. A., cuenta con una dilatada experiencia en uso y reparación de toda clase de maquinarias y además cuenta con taller propio y personal preparado para la construcción y explotación de pozos. Es decir, que realmente no partimos de cero, al ser una empresa con determinada infraestructura hidráulica.

Quizá sea este el momento de que hablemos un poco de la osmosis inversa ya que este fue el sistema de desalación elegido.

Por supuesto, en los prolegómenos de buscar una alternativa a la sequía evaluamos otros sistemas presentes en el mercado: MSF, ED (por aquel entonces no existía EDR) y MVC. Incluso existía un pequeño prototipo de planta solar con colectores parabólicos, de 50 m³/d de AUXINI.

El consumo energético específico nos llevo rápidamente al sistema de osmosis inversa, avalado por experiencias prácticas en las islas aunque con aguas salobres. Planta de los Moriscos, 1978; planta de D. Sebastián Mayor, 1979.

El tipo de membranas es el que utiliza la configuración de empaquetamiento en forma de espiral cada elemento consiste en dos capas de membranas para soportar altas presiones de trabajo y posee un canal para el flujo de salida.

Estas dos capas están convenientemente selladas por tres lados para prevenir la contaminación del agua conducto. El cuarto lado está sellado a un tubo de plástico hueco el cual tiene perforaciones en su superficie con el fin de permitir la salida del agua producida o desalinizada.

Las dos capas de membranas así unidas se enrollan en espiral alrededor del tubo central y con la colocación intermedia de una malla que separa las superficies de las membranas opuestas.

Membrana espiral

La configuración con arrollamiento en espiral ofrece un gran número de ventajas como son:

– Gran área de superficie de membranas por unidad de volumen.
– Un conveniente y simple diseño y configuración del tubo de presión el cual permite un montaje compacto enlas instalaciones de la planta.
– Flexibilidad y facilidad en la instalación y en la reposición de elementos.
– Conexión de seis elementos en serie en cada tubo de presión.

Para aumentar el grado de empaquetamiento (una mayor cantidad de membranas por unidad de volumen) y hacer uso de manera más eficiente del caudal de alimentación, varios de estos elementos se pueden conectar en serie. Así, cada elemento de membrana es equipada con un sello periférico y metido dentro de tubos de presión. En nuestro caso se montarán un conjunto de seis tubos de presión. Los seis elementos son conectados en serie con cada tubo de presión, y dispuestos de un cierre periférico y colocado uno a continuación del otro dentro del tubo de presión, constituyendo un ensamblaje completo de seis elementos en cada tubo de presión.

En 1989 se produce por un lado la ampliación de la planta y por otro el acondicionamiento de la misma para tratar aguas salobres. Las membranas *TFC-2021 SS* se implementa con las TFC-2031-HF magnum de 1,5 m.

El aumento de la capacidad de producción se obtiene, por un lado elevando el número de tubos de los módulos 1, 2, 3 y 4 desde 8 a 10 tubos, con el consiguiente aumento de diámetro de pistón de la bomba de alta presión, de 3 $^1/_4$ a 3 $^1/_2$ y de otro con la instalación en tres naves anexas de otros 4 módulos de 9 tubos en disposición de tándem vertical.

El acondicionamiento para tratar aguas salobres consiste en el montaje de módulos de 12 tubos cada uno, en arreglo 8/4 y la construcción de un aljibe comunicado con un pequeño pozo de transferencia en donde trabajan dos bombas sumergibles axiales, que nos dan una presión media de 28-32 kg/cm², con lo cual se pueden utilizar membranas usadas de alta presión para afinar el agua producto obtenida de la planta de aguamar, y cuya calidad se va deteriorando con el paso del tiempo, dilatando así el intervalo entre recargas de membranas, con una mayor rentabilidad.

En la actualidad, «Las Salinas» AGUAMAR se compone de ocho módulos con una capacidad total nominal de 6.000 m³/d de agua producto y calidad media de 250 ppm.

Cuatro módulos tienen el extremo de agua de la bomba en acero SS-316-L y pistones de 3 1/2" y los otros cuatro lo tienen en acero Duplex y pistones de diámetro 3 3/4".

El personal que la atiende directamente consta de un jefe de planta y cinco maquinistas, en turnos de dos personas.

En apoyo del mismo se encuentra personal de mayor cualificación que realiza otras tareas en el resto de la empresa.

La recuperación de la planta está en una media del 44%.

COSTE ENERGÉTICO

	kWh/m³
– Bomba de alta presión con ahorrador de energía (turbo-charger)	3
– Bomba de transferencia desde el pozo de agua de mar	0,26
– Bomba dosificadora	0,04
– Bomba centrífuga de elevación a cota +130 m	0,7
TOTAL	4,00

CUADRO DE POTENCIAS INSTALADAS

Bomba	*Tiempo funcionamiento (h)*	*Potencia instalada (kW)*	*Porcentaje sobre la potencia instalada (%)*
B.A.P. (s)	24	882	72,5
B.T. (s)	24	132	11
B.E. 2.	20	153	12,5
B.E. 1.	8	37	3
CONSUMO AUXILIAR	24	10	1

COSTE MONETARIO

El coste del m³ osciló entre 62 y 70 pta (pta de 1995) incluido bombeo a cota de 130 m.

DESGLOSE DE COSTES MONETARIOS

ENERGÍA	63,5 %
PERSONAL	13,5 %
MANTENIMIENTO	9 %
AMORTIZACIÓN	10,0 %
LABORATORIO	0,5 %
PRIMAS E IMPUESTOS, SEGUROS	2 %
PRODUCTOS QUÍMICOS LIMPIEZA MEMBRANAS	0,0 %
HEXAMETAFOSFATO	0,3 %
VARIOS	1,2 %

Conclusiones

A) La elección de una buena ubicación del pozo playero, desde el punto de vista geológico, a la larga redundará en una operación sin problemas en el agua de alimentación. Tanto en caudal como en la caracterización química, física y biológica del agua y esto significa un ahorro en los filtros de cartucho, productos químicos de pretratamiento, biocidas, etc.

B) Para plantas de tamaño mediano, con módulos de producción máximo de 1.200 m³/d, las bombas de desplazamiento positivo se muestran como las más eficientes desde el punto de vista mecánico y con un mantenimiento simple. Las reparaciones son fáciles de realizar.

C) Empleo de recuperadores de energía, lo que en nuestro caso nos ha llevado a conseguir un consumo de 3 kwh/m³, con ahorros del 25% con relación al consumo energético ordinario.

D) También es importante seleccionar aceros de alta calidad resistentes a la corrosión tipo SMo 254, cronifer 1925 hMo, etc.

E) Es fundamental una disciplinada toma de datos diaria por parte de los operarios de la planta, con especial atención a los siguientes parámetros: flujo de productos, presión de alimentación, pH y temperatura del agua de mar en la alimentación.

F) El cuidado de los aspectos arriba mencionados favoreció la eficiencia física de la planta y rebajó sus costes monetarios, que oscilaron entre 62 y 70 pesetas de 1995 por m³ de agua desalada con la calidad media indicada (250 ppm).

G. La concepción del sistema «captación –desalación– bombeo al punto de distribución», de modo que se empleen métodos y materiales

ya experimentados en la zona, elección del tipo de pozo, bomba de captación, membranas usadas en el lugar sin problemas, etc., redundan en favor de la economía y la operatividad de la planta al adaptarse a los conocimientos y saber hacer de los hombres del campo. En definitiva, si la instalación se diseña con gran complejidad y controles sofisticados, no tendrá futuro. En cuanto a la división de la producción total en módulos, ésta no es caprichosa sino que responde al tamaño de los equipos disponibles y a la flexibilidad de producción a que estamos dispuestos.

Glosario

Auxini.–Empresa de ingeniería del INI.

B.A.P.–Bomba de alta presión: impulsa el agua de mar a gran presión a través de las membranas.

B.E.–Bomba de elevación para distribución del agua.

B.T.–Bomba de transferencia desde el pozo hasta la B.A.P.

ED.–Electrodiálisis.

EDR.–Electrodiálisis reversible.

Grupo UOP.–UOP Fluid Systems, nombre de una compañía.

kwh/m^3.–Consumo de energía por m^3 de agua producida.

Mb's.–Plural de membranas abreviado.

microsiemen.–Medida de la conductividad eléctrica del agua, que se relaciona directamente con su contenido en sales: 1 microsiemen = 0,64 ppm (o mg/l).

MSF.–Multi etapa flash.

MVC.–Compresión mecánica de vapor.

osmosis inversa.–Sistema de desalación con empleo de alta presión para vencer la presión osmótica natural del agua de mar mediante una cantidad neta que hace pasar el agua a través de las membranas y rechaza las sales disueltas en un gran porcentaje.

pozo playero.–Captación de agua de mar mediante sondeo o pozo cercanos a la orilla del mar.

ppm.–Partes por millón; expresa los miligramos de una sustancia (en este caso las sales) contenida en un litro de agua.

recueración.–Porcentaje de agua producto sobre el total de alimentación.

Tb's.–Plural de tubos abreviado.

TFC-2021SS.–Modelo de membrana marca Fluid-Systems.

TFC-2031hf.–Modelo de membrana marca Fluid Systems.

turbocargador.–Recuperador de energía hidráulica mediante una turbina y bomba.

3 1/2".–Tres pulgadas y media.

UN EJEMPLO DE INVERSIÓN AHORRADORA DE AGUA: LA REMODELACIÓN DE LA ACEQUIA REAL DEL JÚCAR

Esteve Tomás Torrens
Presidente de la Confederación Hidrográfica del Júcar

Agradezco a la Fundación Argentaria la oportunidad que brinda a la Confederación Hidrográfica del Júcar de exponer la política de GESTIÓN DEL AGUA COMO RECURSO, a través de un proyecto concreto, la remodelación de la Acequia Real del Júcar.

Hubiésemos podido exponer otros ejemplos de inversión ahorradora del agua, en un territorio donde la gestión del recurso agua cuenta con una gran tradición.

En el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar se piensa poco en las grandes obras. Tan sólo quedan pendientes dos o tres pequeños embalses de laminación de avenidas y uno de 16 hm^3 en el río Alfambra, en Teruel, para atender necesidades de abastecimiento y de regadío.

Existe unanimidad en los siguientes aspectos:

1. Mejorar el regadío existente, especialmente el tradicional.
2. Instalar riegos localizados.
3. Optimizar el uso del recurso. Los regantes ya lo practican en un 60%, y como hombre mediterráneo sabe que «el agua es la/su riqueza más apreciada, más querida y más deseada» y que «ahora es escasa y, tal vez, mañana lo será todavía más».
4. Por eso moderniza sus infraestructuras de regadío, o construye un circuito de rebombeo en el arrozal, o crea circuitos cerrados de utilización e intercambio de aguas limpias para usos de boca y aguas depuradas para regadío.

En Valencia ha sonado la hora del riego tradicional, el que hemos de modernizar, rejuvenecer y recuperar para ganar en eficiencia, liberar caudales y ganar en calidad.

Hablar sobre la Acequia Real del Júcar en Sevilla requiere, tal vez, hacer una referencia previa al río Júcar e introducir el marco físico y socioeconómico de la misma.

He estructurado mi comunicación en las siguientes partes:

1. Presentación del río: el Júcar.
2. Los embalses del río.
3. Los paisajes.
4. El pasado y el presente de la Acequia Real del Júcar.
5. Diagnóstico de la situación actual.
6. Las propuestas de reforma: el futuro inmediato.

El Júcar: el río

Dice el profesor Miguel Gual Camarena, autor del trabajo «ESTUDIO HISTÓRICO GEOGRÁFICO SOBRE LA ACEQUIA REAL DEL JÚCAR», publicado por la Institución Alfonso El Magnánimo, de la Diputación Provincial de Valencia (1979), que así como el río Nilo es un don de Egipto, al que esta nación debe su vida y su existencia, podríamos decir que la Comarca de la Ribera es un don del Júcar, a la que proporciona el agua y con ella la vida y la riqueza, ya que por su clima estepario, casi semidesértico, sería una de las zonas más inhóspitas y pobres de España.

Contemplando la agricultura de la Comarca de la Ribera del Júcar, comarca de la provincia de Valencia regada por el río Júcar, con su variedad de cultivos, en especial los naranjos, los arrozales, los policultivos de la huerta de Valencia, puede verse en toda su integridad la lucha del hombre con la naturaleza, hasta llegar a ponerla a su servicio.

La historia de la Acequia Real del Júcar es un ejemplo vivo de lo que comentamos: lucha del hombre para conseguir utilizar las aguas del río Júcar, para lo que ha intentado, a lo largo de la historia, dominarlo y amansarlo. Tarea nada fácil, pues a menudo, el Júcar, «El devastador» se ha rebelado ante el intento del hombre de controlarlo, provocando graves inundaciones, la más reciente la de 1982.

El río Júcar, origen y razón de ser de la Acequia Real, es el más caudaloso de los ríos levantinos y el sexto en longitud de la península, tras el Tajo, Duero, Guadiana, Ebro y Guadalquivir.

Nace en uno de los principales centros de dispersión de aguas, en los Montes Universales, dentro de la Serranía de Cuenca, donde nacen también el Tajo, Turia y Cabriel, entre otros, a 1.839 metros sobre el nivel del mar.

Desciende hacia la región litoral, aprovechando los declives que van de los bordes de la Meseta hasta el mar, de gran interés para los aprovechamientos hidroeléctricos.

El Júcar discurre por tres diferentes regiones geográficas: la ibérica, la manchega y la costera.

Pasa por Cuenca y Albacete, penetra en la provincia de Valencia por Jalance, donde recoge las aguas del Reconque o río de Ayora; ya en el Valle de Cofrentes recibe a su más caudaloso afluente, el río Cabriel.

Ya en la zona litoral, riega la Ribera Alta y la Ribera Baja del Júcar, formando amplios meandros y recibiendo los ríos de Escalona, Sellent, Albaida, Ojos y Magro. Tras pasar por Alzira, Algemesí, Sueca y Cullera desemboca en el Mediterráneo después de un recorrido de más de medio millar de kilómetros.

En la Ribera Alta el sistema de regadíos se sirve de las acequias de Escalona y Carcaixent, en la margen derecha, y de la Acequia Real del Júcar que, tras regar la margen izquierda del Júcar, se dirige hacía el Norte, fertilizando las tierras comprendidas entre el Magro y la Vega de Valencia. Las acequias de la Ribera Alta toman las aguas del Júcar a la salida de la garganta donde se ubica la Presa de Tous.

Las acequias de la Ribera Baja (tres de Sueca, la de Cuatro Pueblos y dos de Cullera) derivan de los azudes de Sueca y Cullera, situadas muy aguas abajo del sistema. Por tanto, aprovechan los importantes retornos de riego de la Ribera Alta, el caudal que aporta una serie de manantiales y el acuífero de la Ribera y los sobrantes de los ríos Albaida y Magro. El riego de la Ribera Baja no puede desligarse de la problemática del arrozal y de las zonas húmedas.

Los embalses de la cuenca del río Júcar

El más antiguo es el de *almansa,* de 2,3 hm³, sobre el río Escalona, en Albacete, cuya construcción se inicio en 1384, finalizada en el siglo XVI. Está considerada como la más antigua presa de mampostería de Europa. Su altura de presa es de 20,69 metros. Está construido sobre roca y revestido de gruesas piedras talladas. Hoy está prácticamente cubierto de fango. La Confederación Hidrográfica del Júcar está estudiando un proyecto para su rehabilitación, pendiente de información pública.

El más importante es el de *Alarcón,* sobre el Júcar, en el trayecto entre Cuenca y Albacete, con una capacidad de embalse de 1.112 hm³, altura sobre cimientos de 66,5 metros y una longitud en coronación de 311 metros, sobre la que pasa la carretera de Madrid a Valencia.

El embalse de Contreras, en el Cabriel, por su coronación pasa igualmente la carretera de Madrid-Valencia, tiene una capacidad de 874 hm³.

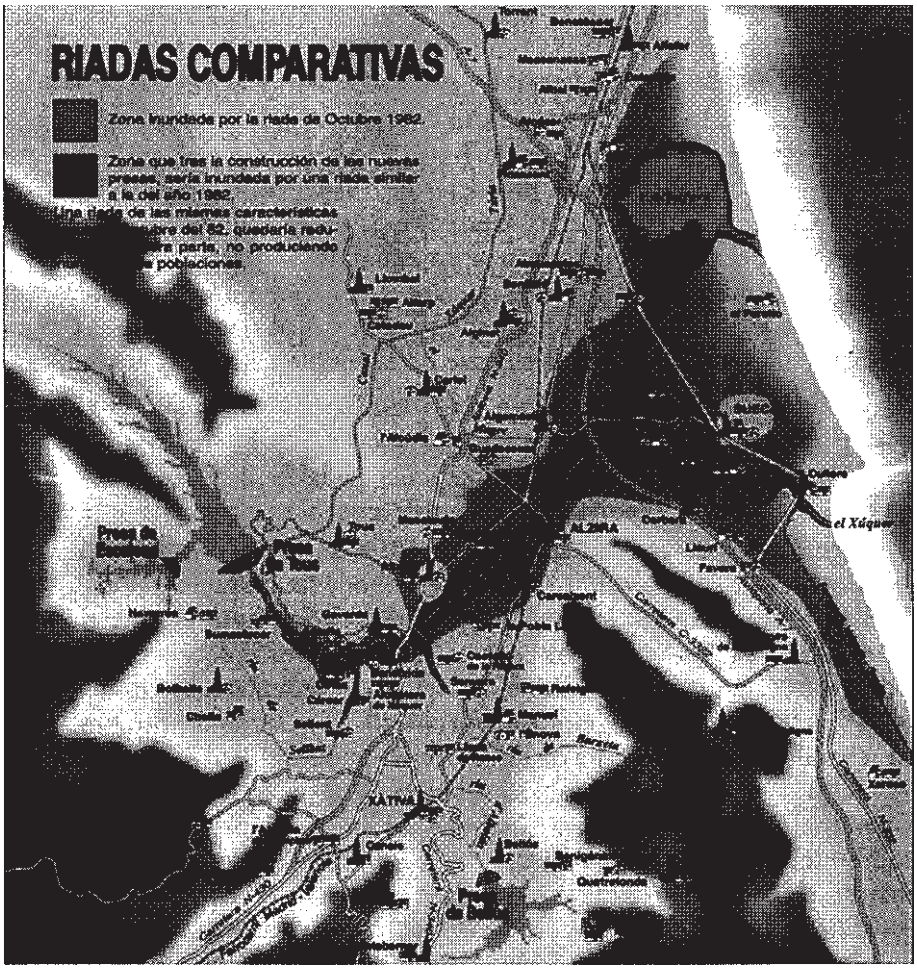
Embalse de La Toba, sobre el Júcar, antes de pasar por Cuenca, y por lo tanto situado antes que el de Alarcón. Su capacidad es de 9,7 hm³.

Embalse de Forata, sobre el curso alto del río Magro, con una capacidad de 37 hm³.

Embalses del Complejo hidroeléctrico de Cortes *(El Molinar, Cortes II, La Muela y El Naranjero)* con una capacidad de embalse de 171 hm³.

Finalmente, los más recientes embalses de *Escalona, Tous, Bellús,* diseñados y construidos en la concepción del Plan General de Defensas contra avenidas, después de las inundaciones de 1982, que garantizan el suministro de agua potable a Valencia y su área metropolitana y los regadíos del Canal Júcar-Túria.

La función de estos últimos es servir como presas de laminación de avenidas, y sus efectos pueden reflejarse en la imagen que sigue.



PRESA DE TOUS

Características generales

Objetivo fundamental: Laminación de avenidas.

Otros objetivos: Garantía de suministro de caudales para abastecimiento al Área Metropolitana de Valencia.

Riegos del Canal Júcar-Turia y comarca de la Ribera.

Producción de energía eléctrica mediante dos centrales ubicadas a pie de presa.

Emplazamiento: Sobre la antigua presa de Tous.

Accesos: Desde Alberic, por Tous, o por Antella.

Presa

Tipo: Escollera con núcleo de arcilla.
Volumen total de la presa: 7.730.000 m^3.
Volumen escollera: 5.830.000 m^3.
Volumen filtros: 660.000 m^3.
Volumen núcleo: 1.240.000 m^3.
Volumen total de excavaciones: 5.600.000 m^3.
Volumen total de hormigones: 750.000 m^3.
Superficie encofrada: 250.000 m^2.
*Acero en armaduras:*12.000.000 kg.
Longitud de galerías: 5.700 m.
Cota de coronación: 162,50 m.s.n.m.
Cota de máximo embalse normal: 130,00 m.s.n.m.
Altura de la presa sobre cimientos: 135,50 m.
Longitud de coronación: 1.025 m.
Volumen de máximo embalse normal: 340,40 hm^3.
Volumen de máximo embalse: 700,00 hm^3.
Superficie máximo embalse normal: 980 ha.

Órganos de desagüe

Aliviadero: Labio fijo sin compuertas. *Ancho:* 75 m.

Capacidad máxima de desagüe: 19.700 m^3/s.

Desagüe intermedio: 4 conductos provistos de compuerta de seguridad tipo *Bureau* y de regulación tipo *Taintor.*

Capacidad máxima de desagüe: 1.170 m^3/s.

Toma de agua: *Capacidad máxima de toma:* 120 m^3/s.

Desagüe de fondo: *Capacidad máxima de desagüe:* 370 m^3/s.

PRESA DE ESCALONA

Características generales

Finalidad: Crear un embalse para contener y laminar las avenidas del río Escalona para limitar los riesgos de inundaciones en la cuenca media y baja del Júcar.

Emplazamiento: Aprox., 4 km. Aguas arriba de la confluencia de los ríos Escalona y Júcar.

Accesos: Desde Navarrés y desde la futura presa de Tous.

Presa

Tipo: Arco gravedad.
Volumen de hormigones: 400.000 m^3.
Cota de coronación: 191,15 m.s.n.m.
Altura de la presa: 80 m.
Longitud de coronación: 300 m.
Volumen de máx. embalse extraordinario: 143 hm^3.
Volumen de máx. embalse normal: 7 hm^3.

Órganos de desagüe

Aliviadero: Tipo labio fijo.
Capacidad de desagüe: 7.850 m^3/s.
Longitud de aliviadero: 120 m.
Cota de aliviadero: 182,50 m.s.n.m.

PRESA DE BELLÚS

Características generales

Finalidad: Crear un embalse para contener y laminar las avenidas del río Albaida, limitando los riesgos de inundación en la Ribera del Júcar. Asimismo, regular las aportaciones del río para su aprovechamiento.

Emplazamiento: Río Albaida en termino municipal de Bellús y Beniganim.

Accesos: Desde C.N. 340 en t.m. de Bellús.

Presa

Tipo: Hormigón de gravedad planta recta.
Volumen de hormigones: 220.000 m^3.

Cota de coronación: 164 m.s.n.m.
Altura de la presa: 46 m.
Longitud de coronación: 725 m.
Volumen de máximo embalse extraordinario: 140 hm^3.
Volumen de máximo embalse normal: 69 hm^3.

Órganos de desagüe

Aliviadero: Mixto de labio fijo, compuertas y potente desagüe de fondo.
Long. aliviadero de labio fijo a cota: 16,048 m.
Long. Aliviadero con compuertas cota: 155,516 m.
Capacidad máxima de desagüe: 2.780 m^3/s.

Los paisajes del río Júcar

Junto a estas grandes construcciones de embalses, saltos de aguas y aprovechamientos hidroeléctricos y agrícolas de la Cuenca del Júcar está el paisaje natural, que en la segunda mitad del siglo XIX describía así Antonio Martorell, uno de los autores de escritos sobre el río Júcar, en su obra «Visita a los ríos Júcar y Cabriel», tras girar una detenida visita a la zona:

«Difícil sería dar una idea de las bellezas panorámicas, geológicas y de vegetación que ofrece el dilatadísimo y accidentado Valle del Júcar: los más empinados riscos, las más altas cortaduras, las escalonadas series de montañas, los sombríos, poderosos y dilatados bosques, las estrechísimas sendas suspendidas sobre horrorosos abismos, los rápidos, las cascadas y lagunas y otros muchos objetos de atónita admiración, eran variados espectáculos que llevaban nuestro ánimo suspenso de maravilla en maravilla, viendo por todas partes y en todos los momentos las marcas o señales indelebles de la incontrastable acción de las grandes fuerzas naturales.»

Tambien el río Júcar ha inspirado a grandes artistas, como es el caso de Fernando Zóbel, pintor, grabador y dibujante español, nacido en Manila en 1924. En 1963 funda el Museo de Arte Abstracto Español de Cuenca. En el verano de 1971, Fernando Zóbel inició un proyecto sobre el espectacular paisaje de la Hoz del Río Júcar a su paso por la ciudad de Cuenca, en el que nos va transformando, a través de su pintura, la realidad del paisaje en una configuración abstracta.

El pasado 20 de abril celebramos el 60 aniversario de la Confederación Hidrográfica del Júcar, con la realización de múltiples actividades, desde la celebración de un ciclo de conferencias especializadas, a la puesta en marcha de nuevos sistemas, con nuevas tecnologías, para mejorar el control de la calidad de las aguas de nuestros ríos; sin olvidar la campaña audiovisual,

la Semana del Agua, de sensibilización al ciudadano de la importancia de este bien escaso, de la necesidad de usarlo correctamente. Pero la celebración más entrañable fue, sin duda, la exposición de Zóbel sobre el río Júcar, en el marco incomparable del Museo San Pío V de Valencia.

Es Fernando Zóbel el hombre que amó profundamente al río Júcar, y que quiso inmortalizar, desde una configuración abstracta, sus luces, sus colores y sus paisajes a su paso por la ciudad de Cuenca.

El Júcar, un río útil como pocos, incansable generador de riqueza y bienestar a la vez que rebelde y causante de infortunios a sus ribereños, se transformó, en las manos de Fernando Zóbel, en arte y, a través de sus pinturas, en permanente gozo de luz y colores para quien las contempla.

La Acequia Real del Júcar: pasado y presente

Los orígenes de la Acequia Real del Júcar

La Acequia Real del Júcar cuenta con más de 700 años de historia.

La construcción de la Acequia Real del Júcar se inicia durante el reinado de Jaime I de Aragón.

Refiere el rey D. Jaime, en su crónica, la capitulación de Alzira. Los historiadores, siguiendo el itinerario real, sitúan esta efemérides en el año 1242.

La tarea fundamental del monarca, después de la conquista, era atraer poblaciones y asentarlas, para lo que necesitaba explotar las riquezas de las tierras colonizadas. Para ello era fundamental la creación de la Acequia Real.

Sin negar el precedente de algunas tierras regadas en la zona antes del siglo XIII, su escasa entidad permite considerar la construcción de la Acequia Real como la creación del primer gran sistema de riego existente en la Ribera del Júcar.

La construcción de la Acequia por Jaime I

El proyecto inicial ya contemplaba la conducción de aguas desde Antella a Almussafes como recogen las Ordenanzas de 1273, iniciativa que no logró hacerse efectiva hasta finales del siglo XVIII.

Inicialmente, la Acequia Real se llamó Acequia Real de Alzira y se construyó entre 1258, unos 16 años después de la ocupación de la zona, y 1269. Documentos de 1260 recogen el nombre de dos de los directores de las obras de construcción del canal, el maestro Bonfill y Arnaldo Vidal. La existencia del azud de Antella está documentada desde 1270; y en 1273 la

infraestructura de riego debía estar ya operativa, fecha de promulgación de unas «Ordenanzas» para la organización institucional de la Acequia.

La financiación del proyecto corrió a costa del monarca, quien puso en marcha diversos recursos para obtener los fondos necesarios. Sin embargo esto es una verdad a medias, puesto que la colaboración económica de los propietarios agrícolas beneficiados con la implantación del riego no debió ser desdeñable, sino fundamental. Jaime I ordena a los propietarios de la zona del primer tramo que iba a ser puesto en riego que contribuyan a cubrir los gastos de traída de las aguas del Júcar, bajo pena de perder el derecho a regarlas.

El monarca se limitó a construir la acequia madre, mientras que los propietarios que optaban al riego costearon todas las arterias secundarias para llevar el agua desde el canal principal hasta sus campos.

La ejecución del proyecto se realizó en diversas fases, llevando las aguas del río Júcar desde el azud de Antella hasta el actual término de Algemesí, a ambos lados del río Magro, que exigió la construcción del cano o conducto subterráneo (sifón) bajo la rambla de Algemesí.

Como hemos dicho, el proyecto inicial de construcción de la Acequia Real del Júcar pretendía llevar agua de este río hasta los límites de la albufera, quedando su realización inconclusa más allá de Algemesí, debido a la concurrencia de varios factores negativos (grandes sublevaciones sarracenas y la muerte de Jaime I). Pero, poseer tierras de regadío significaba, mientras el trigo fue la cosecha dominante en las huertas,. obtener unos rendimientos superiores a los del secano y, lo que era más importante, cosechas mucho más seguras. De esta manera, la sequía de finales del siglo XIV, motivó la autorización del rey Martín I para prolongar la Acequia Real, intento que quedó frustrado. Posteriormente, la crisis de subsistencia de la década de 1760, con fuerte subida del precio de los granos y el corolario del hambre, alentaron la ampliación ejecutada por el duque de Híjar. Pero disponer de riego significó mucho más desde el punto de vista socioeconómico: la capacidad de poder optar por ciertas vías de desarrollo agrario que no estaban al alcance de las áreas de secano, afirmando cosechas como la caña de azúcar en tiempos medievales, el maíz desde comienzos del siglo XVII, el arroz, hortalizas o ciertos frutales (como el naranjo desde fines del siglo XVIII).

Estas ventajas llegaban a ser tan considerables en estas zonas de temperaturas suaves que se traducían en un valor de la tierra de regadío muy superior a la secana, habitualmente entre tres y cinco veces mayor.

Aunque el privilegio del rey Martín I no llegó a tener un efecto inmediato, su virtualidad operativa se manifestó cuatro siglos más tarde, ya que no fue otra la base legal a que se acogió el duque de Híjar para solicitar y lograr que se le otorgasen las obras de ampliación de la Acequia Real del Júcar en el último tercio del siglo XVIII, ateniéndose a lo dispuesto por

Martín I en 1404. La única limitación al concesionario consistía, como era habitual en el derecho hidráulico de la Corona de Aragón, en que todo lo que se innovara fuera «sin lesión ni daño de ésta (Alzira) ni de los demás que riegan de dicha Acequia».

La Acequia Real del Júcar: presente

Podemos afirmar que la Acequia Real del Júcar modifica en sentido positivo el paisaje natural de la ribera del Júcar, no sólo a lo largo de los 54 kilómetros de recorrido de la acequia madre y de los incontables de su red de brazales, sino también a través de las 21.172 hectáreas que riega, en la variada gama de sus cultivos (naranjales, arrozales y hortalizas).

La Comunidad Valenciana cuenta con importantísimas instituciones históricas en materia de riegos. Sin duda, el Tribunal de las Aguas es una de estas instituciones, que goza de un gran prestigio nacional e internacional, y cuyo derecho consuetudinario supone la pervivencia del derecho civil valenciano en materia de aguas. Pero la Acequia Real del Júcar constituye el mayor perímetro del regadío tradicional valenciano, con una gran trascendencia económica y social.

La zona regada por la Acequia Real es de 21.172 ha, y por cultivos tenemos la siguiente distribución:

Huerta	4.116 ha (19,44%)
Cítricos	13.837 ha (65,36%)
Arrozal	3.219 ha (15,20%)

La zona regada está repartida entre veinte términos municipales contando con más de 200.000 títulos de propiedad.

Desde el punto de vista histórico, para hacernos una idea aproximada de la entidad del canal basta con considerar que en 1.673 beneficiaba a una superficie de más de 4.000 ha, y que durante los mejores años del siglo XIX llegaban a irrigarse hasta unas 14.000 ha.

La Acequia Real del Júcar toma sus aguas del azud de Antella. El histórico azud –muchas veces reconstruido– era una gran obra de ingeniería, desgraciadamente arrasada por la crecida de 1982 y la rotura de la presa de Tous. Con posterioridad, el azud ha sido reconstruido en su aspecto original y modernizado su posición y estructura. En la Casa del Rey, la acequia puede derivar con comodidad su caudal máximo (42 m^3/s). En la práctica, todo el caudal ordinario del río puede ser derivado por la acequia sin problemas.

La acequia sigue el valle fluvial por la izquierda, apoyándose en la montaña de Gavarda, hasta girar en dirección norte, entrando al termino

municipal de Alberic. En Gavarda se halla el derramador que devuelve al Júcar los caudales que no caben aguas abajo. Hasta el termino de Alberic salen del cajero pequeñas tomas directas o «fesas» por ambas márgenes, izquierda y derecha.

A continuación, en un breve trecho toman sus aguas tres importantes brazales o fesas:

– La fesa de Algolejes riega la parte antigua al Júcar hasta Benimuslem.

– La fesa Nova de Alzira riega 1.250 ha en términos de Alzira y Benimuslem.

– La fesa o Dantell de Alberic atiende los terrenos deprimidos que rodean el cerro sobre el que se asienta Alberic.

La Acequia Real sigue en dirección norte por el término de Alberic y la Garrofera de Alzira. En este trayecto, la acequia va ligeramente sobreelevada sobre el terreno, de modo que, por gravedad y con acequia llena, también riegan zonas significativas a la izquierda del canal. Por la derecha una serie de fesas de mediana extensión tras atender varias unidades de riego, vierten sobrantes al río Verde.

La fesa de Anguilera aprovecha en parte el trazado medieval de la Acequia Real, rodeando la montaña de Massalavés. Para dar nivel a la acequia existe en este punto las compuertas de la Anguilera.

En el tramo siguiente, el trazado del canal principal coincide con las cortas efectuadas el siglo XVIII en término de Guadassuar (La Garrofera) y que circundan Montortal por el oeste.

Más adelante, poco antes de cruzar el canal principal la CN-340, toma sus aguas la fesa Vella de Alzira que abarca 1.134 ha en término de Guadassuar y Alzira.

La Acequia Real entre Alcudia y el sifón de la Rambla de Carlet o Algemesi («Cano de Guadassuar») circula por terrenos elevados, que antaño regaban norias.

En la actualidad, el cano de Guadassuar ha sido sustituido por un sifón moderno construido hace veinte años, paralelo al antiguo que se conserva. Dicho sifón tiene una capacidad de 18 m^3/s, menos de la mitad de la capacidad en toma, cuando la superficie dominada a partir de este punto es el 65% del total.

Tras el cano, la Acequia Real alimenta la fesa de Algemesí, que, durante 500 años, fue la última en regar el entorno del pueblo y de la antigua alquería de Cotes. Ahora Cotes dispone de fesa propia. Los retornos de Algemesí se dirigen hacia el área de arrozal en la Albufera, al este de Sollana.

Poco después, la Acequia Real sirve a la Acequia de Albalat.

La acequia de Sollana riega el sudeste del término municipal y después los arrozales al Este del casco urbano.

En los términos de Alginet y Benifaió derivan de la Acequia Real una serie de fesas medianas.

Al salir del término de Benifaió, la Acequia Real cruza el barranco del Tramusser y deriva por la derecha la fesa del Romaní. Dicha fesa atiende a la mayor parte del término de Almussafes, la pedanía del Romaní y Sollana.

En el último tramo la Acequia Real reduce sección y atraviesa Picassent, Silla, Alcàsser, Beniparrell y Albal donde muere en el barranco de Albal y, a través de él, desagua en la Albufera.

La situación socioeconómica

La situación socioeconómica dentro del perímetro de la Acequia Real no es homogénea. El área comprendida entre el río Júcar y Valencia capital cada vez gravita más alrededor de la capital, no sólo administrativamente sino, sobre todo, por el cambio sociológico en todas las poblaciones al norte de Alberic. El perímetro de la Acequia Real a pasos agigantados, se está integrando en un gran espacio socioeconómico: Valencia y su área metropolitana. Muchos habitantes de Algemesí, Benifaió o Alberic trabajan en ella y viceversa. Tan solo Antella y Gavarda escapan, de momento, a la integración.

Si analizamos por áreas, los pueblos de Antella y Gavarda tienen una agricultura a tiempo completo, con predominio de cítricos, y muchas propiedades foráneas de riegos mixtos, y consecuentemente un paulatino envejecimiento de la población agraria.

El primer sector de la Acequia Real, es decir las tierras que componen el mayor núcleo medieval del riego en la Ribera, más frías y parceladas, sujetas a las inundaciones, se han venido depreciando frente al entorno.

En el perímetro medieval regado de la Acequia Real las expectativas económicas y comerciales contribuyeron a expandir la citricultura, sobre todo en Alzira, mientras en el sector occidental se consolidaron frutales y cítricos. La paulatina industrialización de Alzira y de las poblaciones a lo largo de la CN-340 ha sido simultánea con la aparición de la agricultura a tiempo parcial, dominante en Alzira y menos implantada en Alcudia y Alberic.

En los pueblos de la segunda sección de la Acequia Real hasta Silla, el regadío sólo cuenta con 200 años y se desarrolló sobre secanos con grandes propiedades. No obstante había pequeños riegos medievales en el entorno de fuentes y de los núcleos urbanos. Por ello, en los alrededores de los pueblos donde poseían sus tierras los labradores dedicados a los cultivos de la huerta existe una mayor parcelación de la propiedad, intensiva en mano de obra. Por contra, en las partes más alejadas de los pueblos, existen mayores

propiedades de los lugareños más acomodados o de terratenientes que viven en Valencia capital. Esta oposición del parcelario es muy palpable entre Benifaió y Algemesí.

Sin embargo los grandes propietarios no han abandonado la zona y, como no son agricultores, introdujeron el cultivo del naranjo en las parcelas mayores, sobre todo en Algemesí. Los cultivos de huerta han subsistido en el entorno de Alginent, Almussafes, Benifaió y Sollana. La organización de potentes estructuras cooperativas en la zona favoreció la consolidación de una agricultura intensiva cada vez más competitiva en dichos municipios. Es más, ante la crisis de la citricultura, esta horticultura ha empezado a ocupar fincas grandes, antaño de naranjos, hoy arrancados. La agricultura a tiempo completo sobrevive en un sector muy importante de la población.

A su vez, la fuerte industrialización del sector Norte y la vecindad al área metropolitana ha impulsado, también, que este sector de la población pase a agricultura a tiempo parcial, sobre todo los jóvenes en los municipios más arborizados.

Por su parte, Sollana y Albalat participan de la cultura de la Acequia Real del Júcar y son socialmente similares a Sueca. El arrozal, que sólo da ocupación cuatro meses al año, la citricultura en Albalat, y la proximidad a Valencia en el caso de Sollana, han ampliado a estos pueblos la agricultura a tiempo parcial. En la Acequia Real del Júcar, fuertemente mecanizada, existen propiedades próximas a la Albufera de propietarios urbanos afincados en Valencia.

El sector final de la Acequia Real (Silla, Albal, Alcàsser y Beniparell) siempre han participado de las características de la Comarca de L'Horta Sud (de la huerta de Valencia) y sigue sus mismos procesos. La importante industrialización y masiva inmigración de la población no agrícola marcan una superposición cultural característica en dicha comarca. Los agricultores a tiempo completo subsisten, envejeciendo y dedicados a los cultivos de huerta, pero esperando que el proceso urbanizador convierta sus tierras en solares. Sus hijos han abandonado la agricultura como actividad principal.

La organización administrativa actual

Desde la concesión Real de Jaime I de Aragón, la administración de la Acequia Real se ha ido adaptando a contextos cambiantes. Lógicamente es una organización con el prestigio de siete siglos de gestión. La Acequia Real es tal vez la asociación más importante y el principal elemento de cohesión de estos pueblos de la Ribera. Además de ser un factor económico importante, se ha convertido por razón de su antigüedad en un signo de identidad cultural en la Ribera.

Su estructura organizativa se manifiesta en la Junta General, donde tienen asiento varios vocales, dos o cuatro, en función de la superficie, por cada pueblo regado, que eligen a la Junta de Gobierno y a su presidente. Los vocales de cada pueblo deben ser, unos, residentes, y otros, foráneos. El sistema permite la entrada en la Junta a propietarios, residentes en la ciudad de Valencia o en otras poblaciones, no necesariamente agricultores profesionales. Para ser vocal, se debe ser titular de 30 hanegadas como mínimo (aproximadamente 2,5 ha), en el municipio por el que se ha de ser elegido. Esta cifra, hasta época reciente, era muy alta, pero una reciente reforma de las Ordenanzas ha facilitado la agrupación de pequeños propietarios para mejorar su representación.

La Acequia Real dispone de sede social en Valencia. Desde esta se administra y representa a la Comunidad de Regantes y al canal principal. En cada pueblo, una Junta local y un Jurado de Riegos repite la estructura de representantes locales y foráneos.

Su presidente, don Vicente Tortosa La-Casta, es también vicepresidente de la Junta de Gobierno de la C.H.J., vicepresidente 1º de la Federación Nacional de Comunidades de Regantes y representante de los usuarios del Júcar en el Consejo Nacional del Agua.

Diagnóstico de la situación actual de la Acequia Real del Júcar

1. Eficacia en el uso del agua.

El volumen derivado por la Acequia Real del Júcar en un año medio es de 538,34 hm³.

VOLUMEN DERIVADO POR LA ACEQUIA REAL DEL JÚCAR

	Año Medio	*Año 93*	*Año 94*	*Año 95*
Hasta 30 septiembre	–	340,14	294,97	184,96
Todo el año	538,34	386,30	307,09	–

Los datos, sin embargo, relativos a **necesidades hídricas** de los cultivos y al agua aplicada en parcelas, de acuerdo con el Estudio de Modernización de la Red de Distribución de la Acequia Real del Júcar, que se cita en la bibliografía referenciada, son los siguientes:

- Consumo de agua por los cultivos en un año medio: 110,02 hm³/año.
- Volumen aplicado en parcela: 202,72 hm³/año.

Esto conduce a las siguientes dotaciones medias:

Cítricos	7.200 m^3/ha/año.
Huerta	10.800 m^3/ha/año.
Arrozal	18.000 m^3/ha/año.

Globalizando ahora las cifras anteriores se tienen los siguientes coeficientes de eficiencia.

Eficiencia de aplicación	e_a = 110,02 / 202,72 = 0,54
Eficiencia de conducción y distribución	e_{cd} = 202,72 / 538,34 = 0,376
Eficiencia Global	$e_a * e_{cd}$ = 0,2

La eficiencia global del sistema de riego de la ACEQUIA REAL DEL JÚCAR es en la actualidad de 0,20, lo que puede calificarse como muy baja. El factor de eficiencia más influyente es el correspondiente a las conducciones, cuyo valor es de 0,37.

2. Las causas esenciales de la reducida eficiencia de las conducciones son:

a) Carencia de capacidad de regulación interna y de elementos de sostenimiento de niveles de agua en el Canal Principal y Acequias Importantes.

b) En menor medida, hay también pérdidas de eficiencia por infiltración en el terreno causada por la falta de revestimiento de las paredes de amplios tramos de las conducciones principales y de la red de distribución.

3. Los defectos estructurales que impiden ofrecer una mejor calidad se localizan en la falta de capacidad hidráulica de algunos tramos del Canal Principal y Acequias Importantes, que actúan como «cuellos de botella».

4. Las operaciones de control y explotación del sistema son enteramente manuales, lo que hace difícil el ajuste continuo de los caudales suministrados a cada zona de riego, incluso con un intenso trabajo de operaciones en las tomas de agua del Canal Principal.

Propuesta de reformas: el futuro

Opción A) *El Estudio de Modernización de la Red de Distribución de la Acequia Real del Júcar,* referenciado en la bibliografía, propone las propuestas que, en resumen, son las siguientes:

1. Se propone un conjunto de actuaciones destinadas a elevar la eficiencia de la red de conducciones a 0,68, con lo que la eficiencia global del sistema ascendería a 0,37. La mejora de eficiencia se podría traducir en una *reducción del volumen actualmente conducido por el sistema superior a los 200 hm^3/año.* Sin embargo, deben ponderarse los efectos medioambientales para definir el volumen total.

2. Se propone también actuaciones de mejora de calidad de servicio, con especial repercusión en las zonas más deficientes en la actualidad.

3. Las actuaciones más significativas, con las que se atiende a los objetivos indicados, se localizan en el Canal Principal:

– Balsa de regulación en un punto intermedio.
– Revestimiento de tramos en tierra.
– El sostén de niveles en la ARJ se realiza mediante dos tipos de elementos:

Vertederos Picos de Pato, que garantizan los niveles en los tramos de aguas arriba sin obstaculizar en exceso el desagüe del Canal en régimen de máximo caudal circulante.

Compuertas accionadas automáticamente, de modo que abren o cierran lo suficiente para garantizar los niveles de aguas arriba.

Otras medidas propuestas, para solucionar los defectos estructurales ya señalados:

a) Ampliación de capacidad en los sifones de Alginet y Guadassuar.
b) Sistema automático de regulación y control.
c) Unificación de tomas dispersas.
d) Obras complementarias derivadas de las actuaciones básicas y de mejora del servicio de explotación.

4. En las acequias importantes se proponen actuaciones semejantes a las del Canal Principal, aunque de menor envergadura y variedad. Las más significativas son:

• Revestimiento de cajeros.
• Vertederos «pico de pato».
• Automatización de compuertas de toma.

5. En la red de acequias de distribución las actuaciones propuestas se concretan en la generalización del revestimiento y en la reparación de los ramales que se encuentran en mal estado, con posibles sustituciones por tuberías a baja presión.

6. El coste estimado de la inversión de las actuaciones propuestas asciende a 7.693,7 millones de pesetas, distribuidos en los diferentes ámbitos del sistema:

Canal Principal (Acequia Real del Júcar)	2.752,21 mill. de pta
Acequias Importantes	1.941,46 mill. de pta
Red de distribución	3.000,00 mill. de pta

El coste resulta muy inferior al de cualquier otra fuente alternativa de recursos hidráulicos regulados que pueda contemplarse. En conjunto, el *coste unitario* resulta de *2,06 pta/m³. Las actuaciones en el Canal Principal son las de mayor rendimiento económico en este sentido, con un coste unitario de 1,15 ptas/m³ y en la red de distribución a 7,50 pta/m³.*

7. Atendiendo tanto al rendimiento económico de las actuaciones como a la mejora de la calidad de servicio, se propone una implantación en dos fases.

Primera Fase: *Canal Principal y Acequias Importantes: 4.693,67 mill. de pta.*

Segunda Fase: *Red de Distribución: 3.000,00 mill. de pta.*

8. Se considera que las actuaciones propuestas tienen, por si mismas, un efecto poco significativo en el medio ambiente hidráulico en el que se encuadra la ACEQUIA REAL DEL JÚCAR. Sin embargo, posibilitan el control del caudal que canaliza la ACEQUIA REAL DEL JÚCAR y una rigurosa asignación a los usos que se establezcan.

Opción B) *Propuesta para el riego conjunto del Canal Júcar-Turia y de la Acequia Real del Júcar.*

El ingeniero don Miguel Sanchis González ha presentado a la Confederación Hidrográfica del Júcar una alternativa al estudio anterior, que se basa en la existencia de un gran canal, el Canal Júcar-Turia, que transcurre contiguo al de la Acequia Real del Júcar.

La presente propuesta está en estos momentos en estudio por parte de las Comunidades de Regantes afectadas y por los técnicos de la Confederación Hidrográfica del Júcar, por lo que se propone como mero ejercicio intelectual que puede enriquecer el debate.

La idea básica y nuclear de la Alternativa que se propone es la de conectar la gestión hidráulica de la Acequia Real del Jucar con la del Canal Jucar-Turia.

El Canal Júcar-Turia fue puesto en explotación normal en el año 1981; a partir de esta fecha sus usuarios se han ido agrupando en Comunidades de Regantes de las cuales están ya consolidadas y con unas ordenanzas aprobadas las trece correspondientes a su margen derecha, y en vias de formación las 7 correspondientes a su margen izquierda:

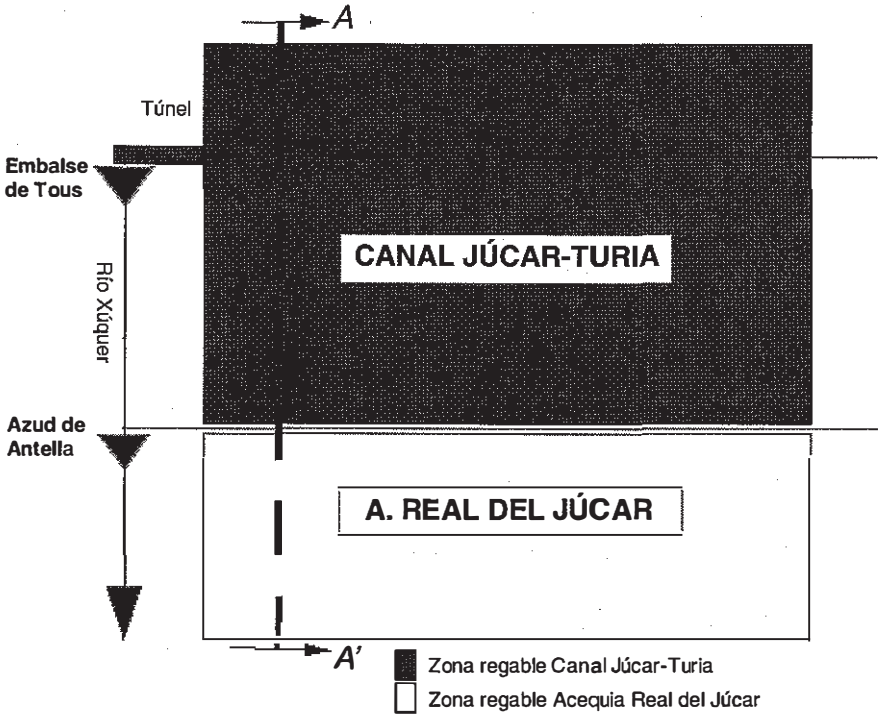
La situación actual del CANAL JÚCAR-TURIA puede resumirse en los siguientes datos:

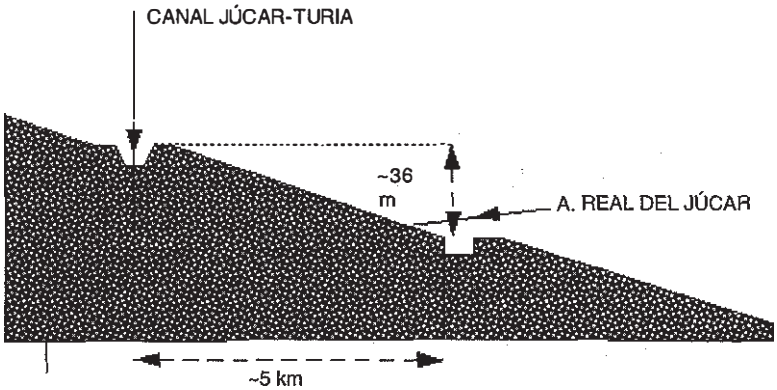
– Toma: Del embalse de Tous a cota 76,77 m.
– Longitud: 60 km (los primeros 5.354 metros en túnel).
  • Sección del túnel 20,44 m^2
  • Pendiente túnel: De la cota 76,77 a la 73,55.
– Cotas: Entre 76,77 m y 52,72 m.
– Cota media: 64,24 m.
– Caudal derivable: 32 m^3/s.
– Zona regable: 30.325 Ha.

Con la conexión de la gestión hidráulica de los dos canales, se crea un sistema único con reglas de explotación , gestión y mantenimiento conjuntas sobre la base de las siguientes realidades (ver Esquema 1):

Esquema 1

SITUACIÓN RELATIVA DEL CANAL JÚCAR-TURIA
Y LA ACEQUIA REAL DEL JÚCAR





Contigüidad geográfica de las zonas regables.

Trazado casi paralelo del Canal Júcar-Turia y de la Acequia Real con una distancia media en planta entre ambos de sólo 5 km y con una diferencia media de cotas de 36 m.

Utilización de las *mismas fuentes de recursos* tanto superficiales como subterráneos.

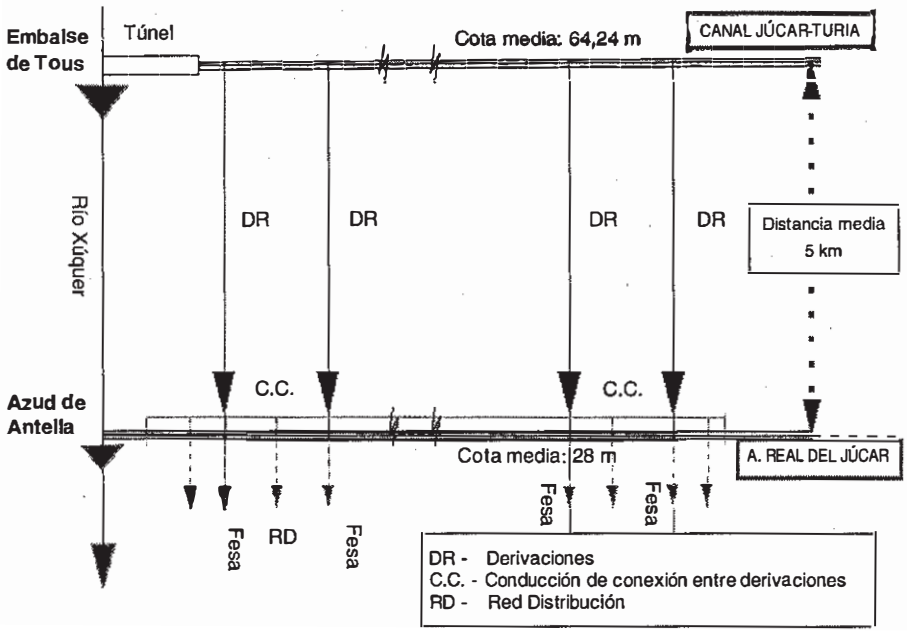
Idéntica filosofía agrícola de los usuarios.

Esquema de solución y viabilidad

El esquema de la solución (esquema 2) que se describe con más detalle en el epígrafe siguiente consiste en abastecer las demandas de la zona regable de la Acequia Real del Júcar desde el Canal Júcar-Turia. Para ello se derivarían de éste un cierto número de conducciones forzadas dirigidas hacia las «fesas» o tomas más importantes de la actual Acequia Real del Júcar, interconectando estas conducciones forzadas entre sí por sus extremos inferiores mediante otra conducción, también forzada, de trazado sensiblemente paralelo al de la actual Acequia Real del Júcar y que constituiría la cabecera para la distribución de agua de su zona regable.

Esquema 2

ESQUEMA BÁSICO DE SOLUCIÓN PROPUESTA



Los volúmenes necesarios para abastecer las demandas propias del Canal Júcar-Turia y las de la zona regable de la Acequia Real del Júcar se derivarían, por tanto, por el Canal Júcar-Turia habida cuenta de que éste tiene capacidad portante suficiente para ello.

Del balance sobre la base de la futura utilización de los volumenes derivados por el Canal Júcar-Turia, se llega a unas cifras que encajan perfectamente con los niveles de demandas que deberían satisfacerse desde el mismo. En efecto:

– Capacidad portante máxima: 37 m^3/s.
– Abastecimiento agua Valencia: 6 m^3/s.
– Zona regable propia del canal: 10 m^3/s.
– Conducción Turia-Sagunto: 1 m^3/s. 17 m^3/s.
– **Disponibilidad para otras demandas 20 m^3/s.**

Veamos ahora el caudal punta en cabecera necesario para abastecer la zona regable actual de la Acequia Real del Júcar, con las dotaciones del P. H. de la Cuenca del Júcar.

HIPÓTESIS I	*HIPÓTESIS II*
Dotaciones (P.H.N.):	*Dotaciones riego localizado (P.H.N.):*
Huerta 8.400 m^3/ha/año	Huerta 6.300 m^3/ha/año
Cítricos 5.500 m^3/ha/año	Cítricos 5.000 m^3/ha/año
Arrozal. 12.500 m^3/ha/año	Arrozal 12.500 m^3/ha/año

Bajo este supuesto, se tendría una *necesidad de derivación anual de unos 216 hm^3/año, con un ahorro de 322 hm^3, teniendo en cuenta que el volumen derivado por la Acequia Real del Júcar en un año medio es de 538 hm^3.*

Estableciéndose una limitación horaria para el riego de cítricos y huerta de 20 horas al día y de aportación contínua las 24 horas del día para el arrozal, *el caudal a derivar no sobrepasa los 15,7 m^3/s en el mes de mayor demanda, que es el mes de julio.*

Nótese que la Disponibilidad del Canal Júcar-Turia es de 20 m^3/s, cifra que no llega a alcanzarse en el mes de mayor demanda.

En resumen, comparando estos resultados con los de la capacidad portante del Canal Júcar-Turia y teniendo en cuenta las cifras de demandas a abastecer desde el mismo *se concluye que, efectivamente, el canal es capaz de abastecer los caudales de las mismas más los correspondientes a la zona regable de la Acequia Real del Júcar incluso en los meses de mayores demandas.*

Funcionamiento

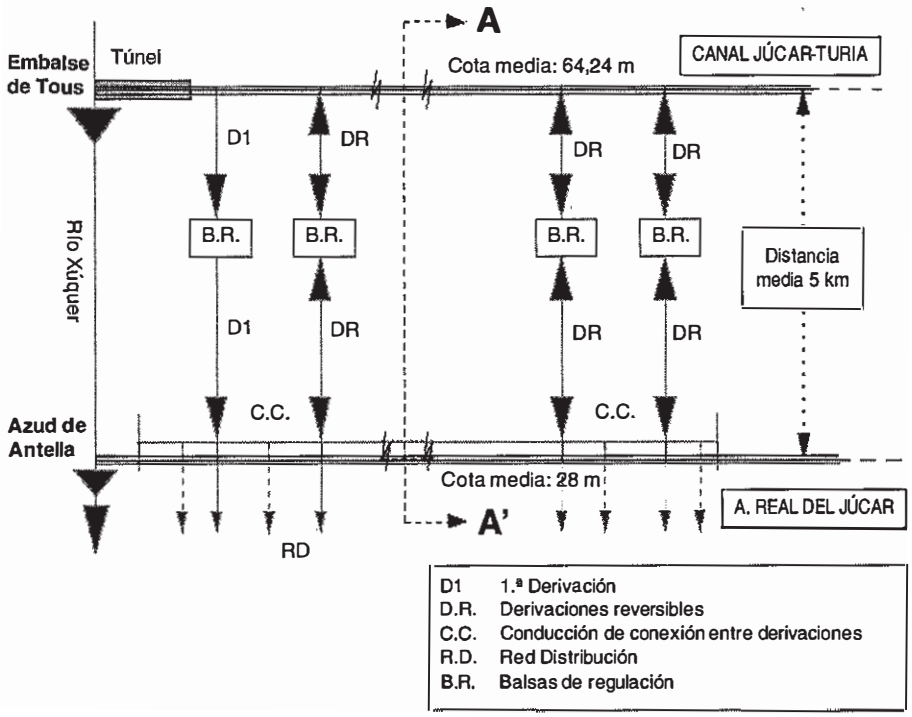
– La derivación de los recursos totales correspondientes al Canal Júcar-Turia y a la zona regable de la Acequia Real del Júcar, se produciría en la toma del canal en la Presa de Tous. En la actuadidad la Acequia Real del Júcar toma sus aguas desde el Azud de Antella.

– Los caudales correspondientes a la zona regable de la Acequia Real del Júcar se derivarían del Canal Júcar-Turia incorporándose, a través de las derivaciones (D1 en el esquema), a las balsas de regulación (B.R. en el esquema). Estos caudales, opcionalmente, podrían ser turbinados para la producción de energía.

– Desde las balsas de regulación se produciría la alimentación del conducto paralelo a la Acequia Real del Júcar (C.C. en el esquema) con presión suficiente para distribuir el agua a las zonas que se vayan transformando a riego localizado y, obviamente, a todas las demás. Estas balsas funcionarían, además, como chimeneas de equilibrio.

Esquema 3

ESQUEMA DE DETALLE DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA



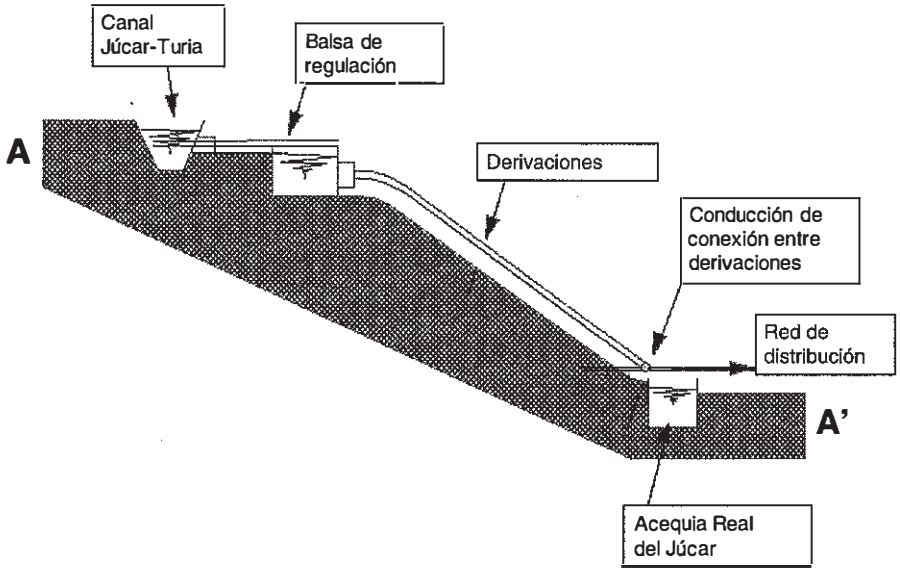
– En caso de roturas de la conducción forzada paralela a la Acequia Real del Júcar, de las derivaciones ó del propio Canal Júcar-Turia la reversibilidad de las conexiones, mediante elementos de elevación permitiría circuitos alternativos de suministro (D.R. en el esquema) para parte de las demandas, y especialmente para la de aguas potables de Valencia y su Area Metropolitana.

– Los posibles recursos subterráneos extraidos de la zona se incorporarían a las redes secundarias, al Canal Júcar-Turia o se aplicarían en su lugar de extracción dependiendo de la situación geográfica de las extracciones.

El **Esquema** 4 resume lo que hemos dicho.

Esquema 4

SECCIÓN A-A' DEL ESQUEMA 3
SIN CENTRALES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA



Viabilidad

– La solución es, obviamente, viable desde un punto de vista constructivo.

– La capacidad del Canal permite derivar los caudales punta de demanda propios del Canal Júcar-Turia más los caudales punta de demanda de la zona regable de la Acequia Real del Júcar como se ha visto anteriormente.

– La diferencia de cotas medias entre el trazado del Canal J-T y el de la conducción principal de la Acequia Real del Júcar (36 m) permite hacer llegar los recursos a la zona regable de la A.R.J. con presión suficiente para hacer viable con poca infraestructura adicional, salvo la de distribución, la transformación en riego localizado de los cultivos susceptibles de ello.

Presupuesto

El coste de la solución propuesta, sin producción de energía es de 3.000 millones de pesetas, cifra similar a la de la Opción A, con costes unitarios similares, muy inferiores en los dos casos a los de cualquier otra fuente alternativa de recursos hídricos regulados que pueda contemplarse.

Para finalizar esta exposición, haré una breve reseña de cómo se relaciona con la situación y la política hidráulica en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar.

La Cuenca de la Confederación Hidrográfica del Júcar presenta un balance hídrico muy equilibrado. No obstante, el pequeño superávit actual, cuantificado en EL PLAN HIDROLÓGICO DEL JÚCAR en 360,35 hm^3, enmascara determinados déficits de los distintos Sistemas de Explotación en los que se divide la Cuenca del Júcar. Así mismo el citado PLAN diagnostica una tendencia al agotamiento de este superávit en el horizonte del medio-largo plazo.

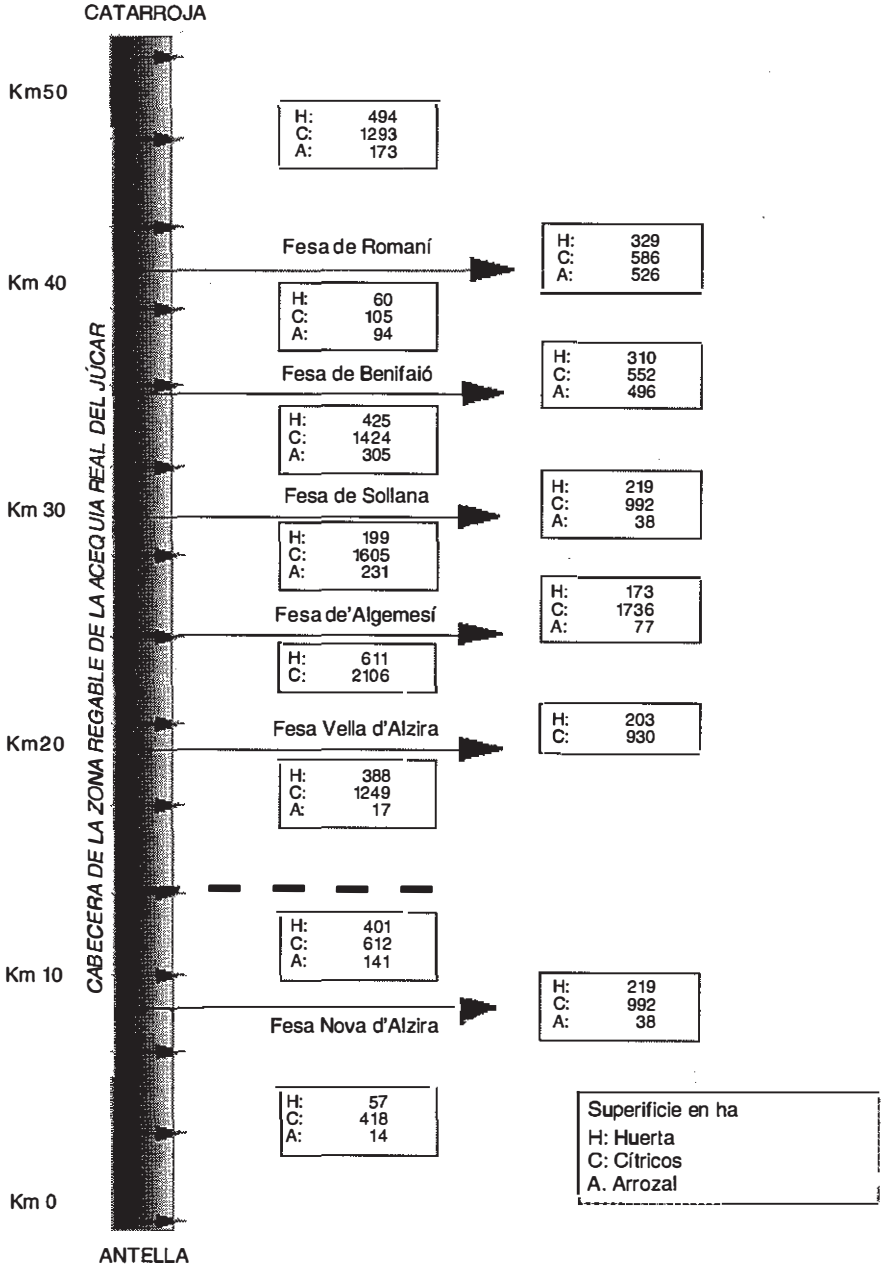
Esta especial situación de equilibrio inestable del balance hídrico coloca a la Confederación Hidrográfica del Júcar en una posición peculiar en relación a la política hidráulica a aplicar en el ámbito de su territorio, donde el binomio GESTIÓN DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS VERSUS GESTIÓN DEL AGUA COMO RECURSO deben tener, igualmente, su punto de equilibrio. En efecto: los aspectos de *la gestión del agua como recurso,* deben ser contemplados en su expresión máxima y que se traducen en la mejor utilización posible de todos los recursos disponibles, considerándose *la gestión de las obras hidráulicas* como un instrumento al servicio de la primera.

Un ejemplo, que podríamos exponer, es el que acabo de desarrollar en esta ponencia: *«Un ejemplo de inversión ahorradora de agua: la remodelación de la Acequia Real del Júcar»,* cuya tesis fundamental ha sido el ahorro del agua mediante la remodelación/modernización de sus instalaciones, con un coste más eficiente a cualquier alternativa de recursos hidráulicos regulados, y como solución al reequilibrio interno de sistemas de explotación, dentro de la Cuenca. En efecto:

1. Las dos soluciones comentadas permiten un ahorro que sobradamente se pueden cuantificar en 200 hm^3, descontado el caudal ecológico de aportes al mantenimiento del Parque Natural de la Albufera de Valencia.

Esquema 5

SUPERFICIES REGADAS POR CADA FESA IMPORTANTE Y POR TRAMOS ENTRE ELLAS



2. Esto permitirá el reequilibrio interno, destinándose, según el proyecto del Plan Hidrológico de la Cuenca del Júcar, 100 hm^3 a la cuenca del Vinalopó, en Alicante, y 100 hm^3 para las necesidades de La Mancha.

3. La mejor utilización de los recursos propios nos situa en una posición razonable para que el desequilibrio que se apunta como tendencia pueda ser atendido mediante caudales externos, en el futuro.

Para ello en la ponencia se proponen dos soluciones alternativas. La primera atiende la propia realidad institucional, mejorando evidentemente los aspectos estructurales y de gestión del agua. La segunda se propone como ejercicio intelectual que puede abrir un debate, tal vez superador e integrador, de esta gran institución del regadío tradicional valenciano, que es la Acequia Real del Júcar, conectando la gestión hidráulica de ésta con la del Canal Júcar-Turia, creando un sistema único con reglas de explotación, gestión y mantenimiento conjuntas.

Previamente a todo ello he efectuado una descripción del Río: EL JÚCAR, de sus embalses, de su paisaje, del pasado y presente de la Acequia Real del Júcar, y por último de su fiituro en la línea que acabo de exponer.

Bibliografía

ABAD, V., *Historia de la Naranja*, Levante: El Mercantil Valenciano.

Confederación Hidrográfica del Júcar (1995), *Modernización de Regadíos.*

Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports, *Estudio de Modernización de la Red de Distribución de la Acequia Real del Júcar.*

GONZÁLEZ SANCHIS, M., *Estudio de viabilidad técnico-económica del riego conjunto desde el Canal Júcar-Turia de las actuales zonas regables de la Acequia Real del Júcar y del Canal Júcar-Turia.*

GUAL CAMARENA, M. (1979), *Estudio Histórico-Geográfico sobre la Acequia Real del Júcar*, Institución Alfonso el Magnánimo.

MARZO, J. B., MATEU, J. F. y ROMERO, J., *Regadíos Históricos Valencianos,* Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentaciò.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1992), *Historia y constitución de las Comunidades de Regantes de las Riberas del Júcar (Valencia).*

PERIS ALBENTOSA, T., *Regadío, Producción y Poder en la Ribera del Xùquer,* Confederación Hidrográfica del Júcar y Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports.

TASSO YZQUIERDO, R. (1989), *Historia, descripción y actuación de la Acequia Real del Júcar*; Valencia.

Mesa redonda sobre la economía del agua en Andalucía

PROBLEMÁTICA DE LA GESTIÓN DEL AGUA EN ESPAÑA

José Luis Blanco
Viceconsejero de Medio Ambiente. Junta de Andalucía

El agua: cantidad y calidad

Hasta ahora en la Unión Europea y, por tanto, en España se ha asignado siempre una importancia enorme a la preservación de la calidad de los recursos en agua. Desde el inicio de la política ambiental de las Comunidades Europeas, a inicios de los setenta, se ha desarrollado un cuerpo importante de legislación ya transpuestas a la normativa española. Hay normativas que fijan objetivos de calidad para usos específicos tales como aguas de baño, aguas para la cría de moluscos, aguas aptas para la vida de los peces y agua potable. Hay otras que establecen normas sobre emisiones de agentes contaminantes al medio ambiente acuático.

Es cada vez más evidente que ninguna política de calidad del agua puede ser acertada sin abordar a la vez la cantidad. Por ejemplo, el efecto de emisiones en un río dependerá del caudal del río. Si éste es bajo, el efecto de la emisión será mucho más alto. Por otra parte, la disponibilidad de distintas cantidades de agua para diversos usos, tales como consumo humano e irrigación, depende fundamentalmente de la calidad del recurso básico, el agua. En Andalucía es donde se pone de relieve este vínculo entre la cantidad y la calidad del agua de manera más alarmante cuando uno compara la situación de escasez crónica de agua que existe en la misma con otras regiones de la Unión Europea e incluso con otras regiones del Estado español.

En este sentido, en la reciente reunión de ministros de Medio Ambiente de la Unión Europea se ha propuesto y acordado que las cuestiones de gestión de la cantidad pueden y deben abordarse a nivel de la misma para lo cual deberá hacerse a través de una *directiva marco* del agua como recurso. Esta directiva se aplicaría a las aguas superficiales y subterráneas y en ella se reflejaría una serie de principios, basados en el Tratado, sobre los que la legislación comunitaria debería basarse. Entre ellos, el de

«quien contamina paga» y el de que el daño sea rectificado en la fuente misma, que son la base de toda política existente del agua y serán la base para cualquier política futura.

El agua dentro del Plan Andaluz de Medio Ambiente

El Plan Andaluz de Medio Ambiente pretende llegar a un diagnóstico objetivo de la situación ambiental de la Comunidad Autónoma sobre el que fundamentar las necesidades reales de la misma para, posteriormente, articular un conjunto de políticas específicas y líneas de actuación que atiendan a la progresiva satisfacción de dichas necesidades.

El hecho, antes citado, de que no hay política efectiva del agua si ésta además de la calidad no aborda la cantidad se pone de manifiesto claramente en nuestra comunidad. Este es el sentido que recoge el Plan Andaluz de Medio Ambiente 1995/2000 respecto al recurso agua.

Andalucía sufre, de manera periódica, situaciones de sequía climatológica provocando problemas de escasez de agua que se ven agravados a su vez por el continuo aumento de la demanda que se ha experimentado en las últimas décadas y por el progresivo deterioro de la calidad.

El Plan recoge el objetivo general, los objetivos específicos y las medidas para alcanzarlos.

Como objetivo general de la Planificación sobre el Agua: establecer un modelo hidrológico sostenible, apoyado en el uso eficiente del agua disponible y en una elevación notable de la calidad de la misma. Como objetivos intermedios están:

– Lograr un equilibrio sostenible entre la disponibilidad del recurso agua y su demanda, adaptándolo a las condiciones de la región andaluza y racionalizando el consumo de los diferentes sectores productivos. Los objetivos específicos que recoge el Plan para alcanzar éste:

• Reducir en 10 puntos porcentuales las pérdidas de agua en abastecimiento urbano (2000).

• Reducir un 10% el consumo total de agua en los riegos agrícolas (2000).

• Aumentar el porcentaje de superficie regada con sistemas ahorradores (goteo, p. ej.) en 15 puntos porcentuales (2000).

• Optimizar las fuentes de aprovisionamiento.

– Conservar la calidad de las aguas no contaminadas y mejorar la de aquellas que lo están que se deberá conseguir a través de los siguientes objetivos específicos:

• Establecer sistemas de prevención para el mantenimiento de la calidad.

- Depuración de los vertidos de aguas residuales.
- Reducción de la contaminación ocasionada por las actividades productivas.
- Reutilización de las aguas residuales.

Las aguas litorales

La mejora del espacio del litoral es para la Comunidad Autónoma de Andalucía un objetivo primordial de interés económico y ambiental, objetivo que es recogido en la Ley 7/94, de Protección Ambiental de la Comunidad Autónoma de Andalucía y en el Plan Andaluz de Medio Ambiente. Por tanto, la mejora de la calidad de las aguas litorales constituye, sin duda, y, entre otros, un objetivo esencial de ambos.

El Plan Andaluz de Medio Ambiente recoge las medidas a aplicar para alcanzar dos objetivos específicos:

– Vigilar y controlar el total de los vertidos de aguas residuales realizados a las aguas marinas y
– Mejorar la calidad de éstas fijando objetivos de calidad.

El marco jurídico es el establecido por la propia Ley de Protección Ambiental y el Reglamento de la Calidad de las Aguas Litorales próximo a ser aprobado. Éste pretende recoger y en muchos aspectos profundizar y ampliar lo establecido en la legislación vigente en materia de vertidos desde tierra al mar y el control de calidad de las aguas. Entre los aspectos más importantes regulados están:

– Vertidos: autorizaciones de vertido, procedimiento de tramitación de las mismas, límites máximos permitidos, control y vigilancia, etc.
– El establecimiento de los objetivos de calidad en las zonas directamente afectadas por los vertidos, vigilancia y control de los mismos y de los objetivos establecidos para diferentes usos por la legislación vigente. En las labores de control y vigilancia colaborarán los órganos de la Administración autonómica con competencia en el litoral, a fin de garantizar, mediante una actuación global, la calidad de vida y el mejor uso y aprovechamiento de los recursos naturales del litoral andaluz.
– El canon de vertido, con carácter progresivo y finalista, permitiendo, por un lado, la asignación equitativa de cargas en razón del daño causado y, por otro, su aplicación al objetivo de corrección para el saneamiento y mejora de la calidad de las aguas marinas.

LA ECONOMÍA DEL AGUA EN ESPAÑA

Julián Díaz Ortega
Director General de Obras Hidráulicas. Junta de Andalucía

Por considerarlo de una gran claridad expositiva, creemos interesante reproducir literalmente el párrafo introductorio al artículo «El Agua: problemas y oportunidades» que el Ministro Borrell firmaba en la revista *Temas para el debate* de julio de 1995.

«Cada día es más evidente que el agua no es un bien gratuito que cae del cielo, sino un recurso escaso y difícil de gestionar, que estamos obligados a proteger, ahorrar y compartir. En España, el agua es, sin duda, uno de nuestros más complejos problemas, el más precioso recurso natural y el mayor condicionante del desarrollo equilibrado del territorio. La larga y dura sequía que nos afecta no hace sino reflejar, agravándolos, los problemas estructurales del agua en España, cuya solución, desde la perspectiva económica, social, ecológica y territorial, constituye una gran oportunidad para una acción política progresista capaz de evitar los oportunismos políticos irracionales e insolidarios.»

Usos o demandas del agua

Según las estimaciones que se hacían en el Anteproyecto de ley de Plan Hidrológico Nacional[1], la demanda de agua se ajustaría al esquema que aparece en la página siguiente.

El abastecimiento urbano (14-17%) integra los consumos domésticos riegos de calles, parques y jardines y el consumo industrial asociado. Tiene prioridad sobre los demás consumos y sus exigencias de calidad y garantía de suministro son muy elevadas.

La demanda industrial (6-7%), prácticamente mantiene su cuota de consumo en el período estudiado. Requiere niveles de garantía altos y sus requisitos respecto a la calidad son muy variables.

[1] El PHN no ha sido aprobado todavía por las Cortes Generales, que consideraron necesaria la elaboración previa de los Planes Hidrológicos de Cuenca y el Plan Nacional de Regadío.

DEMANDAS

Abto urbano			Consultivas Industrial		Agraria		Total	Otras	Total
Año	hm³/año	%	hm³/año	%	hm³/año	%	hm³/año	hm³/año	hm³/año
1992	4.301	14	1.944	6	24.245	80	30.494	6.598	37.092
2002	5.209	16	2.185	6	25.981	78	33.375	7.157	40.532
2012	6.285	17	2.429	7	27.637	76	36.351	7.327	43.678

El riego agrícola (80-76%), aunque porcentualmente tiene tendencia al descenso, es con mucho el máximo demandante de agua. Exige una capacidad de regulación muy alta ya que su consumo coincide normalmente con la época de menor registro pluviómetro. Está considerado, en general, en segundo lugar en el orden de usos prioritarios después del abastecimiento urbano, y es el primero en resentirse en tiempos de escasez como los actuales.

El epígrafe «OTRAS DEMANDAS» incluye las medio-ambientales, refrigeración, agricultura, etc.., pero no las hidroeléctricas.

El agua como problema

El problema básico del agua en España podemos definirlo como «el no ajuste natural de las *demandas,* en cantidad y calidad, a las *disponibilidades del recurso,* tanto espacial como temporalmente».

Esto es, una especie de ecuación algebraica con dos variables bastante complejas para la que aceptamos de entrada que no existe una solución global concreta, sino más bien una serie de soluciones parciales conformadas por todas las medidas encaminadas a equilibrar o armonizar ambas variables.

Posibles actuaciones

Las posibles medidas a acometer para aproximarnos a la solución del problema, las podemos agrupar en dos bloques claramente delimitados:

A) Ahorro de recursos.
B) Incremento de recursos.

A) Ahorro

El ahorro de recursos se puede lograr a través de las siguientes medidas:

A.1. *Desarrollando políticas de contención de las demandas:*

– Concienciación del usuario mediante campañas publicitarias.
– No creando o favoreciendo demagógicamente expectativas de consumo que no sea posible garantizar.
– En determinadas zonas habrá que recuperar o reducir antiguas concesiones mediante pactos o compensando derechos.
– Revisión del actual régimen económico-financiero del agua.

A.2. *Mejora y modernización de la gestión* tanto de los abastecimentos urbanos (promoviendo unidades de gestión bien dimensionadas), como en los regadíos (sistemas de riego por goteo y empleo de técnicas agronómicas economizadoras de agua) y en los consumos industriales (utilización de procesos de fabricación adecuados, recirculación de agua, etc.)

A.3. *Previsión y renovación sistemática de las conducciones* tanto en alta como en el interior de las ciudades. Si bien, reducir a cero las pérdidas, es poco menos que imposible, entre otros motivos, porque en muchos casos estaremos sencillamente ante consumos no tarifados, existe un amplio margen para trabajar en esta línea.

Aunque hay que hacer lo posible por ahorrar en cada una de las diferentes demandas, es claro que, dada la estructura de consumo en España, un ahorro del 20% en el agua de riego, supone tanto como todo el consumo doméstico.

De cualquier forma, es preciso tener los pies en el suelo sobre la cantidad real que nos puede deparar la política de ahorro. Recientes estudios llevados a cabo por la Dirección General de obras Hidráulicas del MOPTMA, estiman el posible ahorro neto en regadíos y abastecimientos urbanos en torno al 6%.

Por otra parte, para ahorrar 1 m^3/año se estima necesaria una inversión de 500 pta, cifra muy superior (4-6 veces) al coste marginal de regulación de los recursos superficiales o explotación del agua de los acuíferos subterráneos.

B) Incrementos de recursos

El incremento de los recursos hídricos se puede conseguir a través de las siguientes medidas:

B.1. Aprovechamientos hidrogeológicos

Los acuíferos subterráneos constituyen verdaderos embalses que se llenan por la infiltración natural del agua de lluvia, o por recarga artificial,

práctica obligada en zonas de escasa pluviometría y sistemática sobreexplotación. De los 505.000 km² de España, el 33% son terrenos permeables definidos en 444 Unidades Hidrológicas.

Se puede estimar que un tercio del total de los recursos hídricos disponibles[2], algo mas de 15.000 hm³/año, proceden de aprovechamientos hidrogeológicos. Su uso, como soporte de una potente economía agraria en el litoral mediterráneo, exige una utilización racional evitando sobreexplotación, contaminaciones e intrusiones marinas.

Si bien es muy elevado el porcentaje de recursos subterráneos aprovechados (directos y asociados a la descarga natural) sobre el total de los recursos renovables subterráneos (80%), aún se podría incrementar el mismo. Sin embargo, en muchos casos, la viabilidad técnico-económica de la actuación, imposibilitaría su concreción. Además, en las zonas más deficitarias, La Mancha y Levante (desde Castellón a Almería), la sobreexplotación actual de los recursos subterráneos supera los 1.000 hm³/año, por lo que este déficit sólo puede ser corregido mediante la transferencia de recursos externos.

No obstante lo anterior, puntualmente, y con destino al abastecimiento urbano, las aguas subterráneas suponen un recurso de indudable valor estratégico. Gracias a ellas se ha podido atender con ciertos niveles de satisfacción los consumos de importantes núcleos de población en Andalucía: Granada (100%), Jaén (100%), Campo de Gibraltar (90%), Zona Gaditana (80%), Costa del Sol (100%), Málaga (85%)...

B.2. Reutilización

El agua residual urbana, debidamente depurada, constituye un incremento neto de recursos hídricos. Si bien hay que matizar que como recurso nuevo, solamente se podría contabilizar el de las zonas costeras que vierten directamente al mar, porque los vertidos de las ciudades del interior se reutilizan naturalmente desde siempre.

Una vez llevadas a cabo todas las infraestructuras previstas en el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración, la reutilización de las aguas residuales depuradas en las zonas costeras se estima que incrementará los recursos hídricos disponibles en un 2% aproximadamente.

B.3. Desalación

La desalación del agua del mar, recurso prácticamente inagotable, podría ser la garantía definitiva para atender todas las demandas, si no

[2] Estos recursos incluyen las superficies y subterráneos garantizados.

fuera por su elevado coste (125-150 pta/m³). Hoy por hoy, ese coste únicamente puede pagarlo el abastecimiento urbano y algunos cultivos agrícolas de primor y sólo en circunstancias extremas.

El conjunto de plantas desaladoras instaladas y en proceso de construcción podrían incrementar los recursos hídricos entre 1 y 2%.

B.4. Regulación y transferencias de recursos hídricos superficiales

Si para toda España los recursos hídricos totales en el horizonte de 1992 rondaban los 55.000 hm³/año[3] , y la demanda global se situaba, en ese mismo horizonte, alrededor de los 37.000 hm³/año, cabría concluir que disponemos de un excedente neto de unos 18.000 hm³/año. Sin embargo, la cruda realidad contradice esta teórica situación satisfactoria. Por un lado, tenemos la persistente sequía que invalida los datos estadísticos medios, y por otro, la heterogénea distribución de los recursos y las demandas.

Aplicando las medidas de ahorro enunciadas y optimizando los aprovechamientos hidrogeológicos, la reutilización y la desalación, aún quedaríamos muy lejos de poder, como era nuestro objetivo armonizar demandas y recursos en el transcurso del tiempo y en todo el territorio español.

Para cumplir con la primera parte de nuestros objetivos, es preciso incrementar nuestra capacidad de regulación de los recursos superficiales (pasar del 42% actual al 48%) en las cuencas del Duero y Ebro fundamentalmente, pero también aquí, en Andalucía, en el Guadalquivir (Úbeda la Vieja, Breña II, Arenoso, Melonares), en el Guadiana (La Colada, Andévalo, Sanlúcar, Alcolea, La Coronada, Tinto, Jarrama, Blanco, Corumjoso) y en el Sur (Hozgarganta, Genal, Grande, Otívar, Trévelez).

La segunda parte exige trasvases desde las cuencas hidrográficas excedentarias a las deficitarias, buscando la mayor eficiencia económica y social para el conjunto de la sociedad española. Actualmente se están trasvasando entre 500 y 600 hm³/año y habría que llegar, según estimaciones del MOPTMA, a los 3.200-3.300 hm³/año.

Conclusiones

Como anunciábamos al principio, el tema es bastante complejo. Para abordarlo con mayores probabilidades de éxito, no me resisto a enunciar

[3] Esta cifra incluye los recursos superficiales regulados, las aguas subterráneas, las reutilizadas, las desaladas y los retornos que en los regadíos es aproximadamente el 20% y en los consumos domésticos del 80%.

las líneas de trabajo en las que, a mi juicio, es preciso intensificar los esfuerzos:

I. Hay que conseguir una mayor sensibilización y una valoración correcta por parte de la sociedad acerca de lo que suponen los recursos hidráulicos para su desarrollo y bienestar.

II. Si la política de infraestructura requiere fuertes inversiones, estimo casi más decisivo y determinante la posterior gestión. Podríamos asistir a un gran despilfarro económico si no se disponen de los órganos de gestión responsables que exploten y administren con suficiencia técnica, administrativa y financiera las costosas infraestructuras.

III. Es preciso contar con profesionales capacitados en todos los niveles académicos para sacar la mayor rentabilidad a las instalaciones y como garantía de su correcto funcionamiento.

En este epígrafe hay que resaltar el interés en potenciar los departamentos universitarios relacionados con el agua, así como los centros de investigación específicos con nuestro incipiente CENTA en el que tantas esperanzas tenemos depositadas.

IV. En todas las tomas de decisión que supongan inversiones de cierta importancia, hay que introducir criterios debidamente ponderados de eficiencia económica.

Igualmente, la política de transferencias entre cuencas o entre usos alternativos no puede ser arbitraria, debe estar suficientemente fundada y llevar consigo las oportunas medidas compensatorias.

V. Es de suma necesidad y casi condición «sine qua non», que, sin menoscabo de la debida coordinación institucional, se ubiquen con acierto y claridad las responsabilidades de las distintas organizaciones y administraciones públicas concurrentes:

– Comunidades de Regantes y/o de Usuarios.
– Corporaciones Locales (Ayuntamientos y Diputaciones).
– Comunidades Autónomas.
– Administración General del Estado (Confederaciones Hidrográficas).

VI. En coherencia, y complementando el anterior epígrafe, sería muy conveniente que, para facilitar la siempre deseable objetividad, se pudiera garantizar a los responsables últimos de la prestación del servicio de abastecimiento, los municipios, una dotación básica por habitante (con los coeficientes correctores que sean precisos), con la calidad suficiente y a un único precio.

A partir de ahí, la buena o mala gestión de cada Ayuntamiento, Consorcio o mancomunidad sería responsable de las diferentes tarifas e incluso de las dotaciones netas que llegasen a cada abonado.

LA ECONOMÍA DEL AGUA EN ANDALUCÍA

Cristóbal Huertas
Director General de Desarrollo Rural y Actuaciones Estructurales.
Junta de Andalucía

Andalucía padece, en todas sus cuencas hidrográficas (salvo en la del Guadiana II), un déficit estructural de agua que se cifra en 972 hm³/año.

CUENCA	*SUPERFICIE REGADA hm³/año*	*DÉFICIT-SUPERÁVIT hm³/año*
Guadalquivir	443	-527
Guadalete-Barbate	34	-75
Sur	152	-370
Segura	7	
Subtotal	636	-972
Guadiana	16	+111
Total	652	-861

Para equilibrar los balances hídricos se puede actuar sobre los dos componentes básicos que determinan este déficit: incrementar la oferta y/o reducir la demanda del recurso. Me voy a referir a ellos y únicamente, desde los aspectos que más afectan a los regadíos andaluces:

1. El incremento de la oferta se consigue principalmente con nuevas aportaciones, mediante la ejecución de nuevos *embalses* y de *trasvases* procedentes de cuencas externas. Ambas medidas son necesarias y urgentes, y desde la Consejería de Agricultura y Pesca se están apoyando sin titubeos. Pero ambas requieren importantes inversiones y tiempo, por cuanto es necesaria su aprobación mediante Ley, y adecuación para que el impacto ambiental sea mínimo. En el caso de los trasvases, se exige su inclusión y aprobación en el Plan Hidrológico Nacional, lo cual necesita un pacto de primera magnitud entre los distintos grupos políticos y Administraciones

que, al ser difícil, va a suponer un retraso en su puesta en funcionamiento, adicional al necesario para la ejecución de las obras correspondientes.

Otra medida que incrementará las disponibilidades del recurso es la *reutilización de las aguas residuales depuradas* para regadíos. Si bien es cierto que cuantitativamente esta medida no va a suponer un gran incremento de las disponibilidades globales de agua, no obstante y singularmente, para determinadas zonas de nuestro litoral Atlántico y Mediterráneo, con agricultura intensiva y de productos de primor, puede corregir de una manera importante el déficit y ser su salvación ante la imposibilidad, cada vez es más palpable, de disponer a corto plazo de los recursos complementarios necesarios para consolidar el regadío y su sistema productivo. Por otra parte, estas medidas tienen un interés adicional al aprovechar aguas que se pierden en el mar y que contaminan nuestras playas.

Ahora bien, la utilización de las aguas residuales depuradas exige, por una parte, una coordinación de las Administraciones interesadas: Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente; Consejería de Obras Públicas y Transportes; Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, y Consejería de Agricultura y Pesca entre sí y con las Comunidades de Regantes y Corporaciones locales, para planificar, dirigir y financiar las inversiones hacia las zonas con necesidades más acuciantes y cultivos rentables capaces de absorber los mayores costes, que indudablemente habrán de soportar.

Por otra parte, se exige poner a punto la investigación y la normativa precisas sobre los contenidos y límites admisibles de contaminantes y sus implicaciones para la salud y, especialmente, la adecuación del sistema de aplicación del agua a las plantas. Es evidente que hasta tanto no se instalen sistemas de depuración terciaria (ozonización) la utilización de aguas residuales hay que hacerla con extremada prudencia y, sobre todo, limitar su uso en cultivos en los que su aplicación no suponga riesgos para la salud: industriales, arbóreos (cítricos, olivar, subtropicales) y mediante sistemas de máxima eficiencia.

Durante 1995 se han realizado los primeros ensayos en la planta de ozonización de aguas residuales de Almería, que entrará en funcionamiento a pleno rendimiento en la recientemente iniciada campaña de productos hortícolas de invierno en la vega baja del Andarax, garantizando el suministro de agua a dichos cultivos con una calidad biológica del agua apta para las especies cultivadas de consumo en fresco en la zona.

Conscientes de la importancia para algunas zonas costeras andaluzas, especialmente en Cádiz, Málaga, Granada y Almería, en donde existen concentraciones de población productoras de importantes volúmenes de aguas residuales que ahora van directamente al mar, que a su vez disponen de cultivos capaces de soportar los costes derivados de su conservación y funcionamiento, la Consejería de Agricultura y Pesca, en colaboración con

la de Obras Públicas y el MOPTMA, está poniendo en marcha un programa de aprovechamiento de aguas residuales depuradas para regadíos, consistente, esencialmente, en la conexión de los EDAR con las redes de riego de las Comunidades de Regantes. La idea es coordinar y priorizar las actuaciones, concentrando los recursos financieros disponibles en las zonas antes indicadas. Estas actuaciones se van a enmarcar en un Programa Operativo que será presentado ante las autoridades nacionales y comunitarias a fin de obtener el máximo posible de fondos al amparo de la Iniciativa aprobada en el Consejo de Ministros de Agricultura de la Unión Europea celebrado recientemente en Burgos.

Este camino y estas medidas ya han sido iniciadas por el IARA, con el importante proyecto anteriormente indicado, de aprovechamiento de aguas residuales de Almería para el riego del Bajo Andarax y con los iniciados para la conexión de la EDAR de Sanlúcar de Barrameda con la red de riego de la zona de Monte Algaida, en Cádiz, y las obras de conexión de la Depuradora de El Puerto de Santa María con la red de distribución de la zona regable Costa Noroeste que están a punto de comenzar.

La utilización de *desaladoras* para adecuar la calidad del agua a las exigencias mínimas de los cultivos requiere altos costes de inversión y costes de funcionamiento lo que dificulta su instalación, salvo, tal vez, en determinadas zonas de litoral con cultivos de alta rentabilidad que permita hacer frente a dichos costes.

2. Actualmente, y como consecuencia de la imperiosa necesidad de minimizar los déficit en los balances a corto plazo, el componente de *reducción de demandas,* ya sea transitoria o permanente, adquiere especial relevancia. Al representar la demanda de regadío casi el 80% del total, es en este campo donde es necesario y posible actuar de manera más inmediata, aunque también se requiera un importante volumen de recursos financieros. El abanico de posibilidades se podría resumir en la conjunción de alguna o varias de las medidas que se indican a continuación.

La modernización de los regadíos andaluces es una de las medidas en la que todos los sectores implicados están de acuerdo que hay que intensificar. Se ha evaluado el potencial de ahorro de agua en *modernización y mejora de los regadíos* andaluces en 550 hm^3/año (ver Anexo). Teniendo en cuenta que los dos tercios de nuestros regadíos (aprox. 400.000 ha) tienen infraestructuras con más de veinte años de antigüedad, las obras necesarias para su mejora y modernización podrían requerir inversiones por un montante de 200.000 millones de pesetas, que habrán de aportar los agricultores con el apoyo de las distintas Administraciones públicas.

Las cifras que se barajan ponen de manifiesto, una vez más, que sin poner en común los esfuerzos, tanto de las Administraciones Públicas competentes (MOPTMA y Confederaciones Hidrográficas, MAPA y Consejería de Agricultura y Pesca) como de las Comunidades de Regantes

y usuarios en general será imposible conseguir a medio plazo un ahorro apreciable del recurso.

Por parte de la Consejería de Agricultura y Pesca –a través del IARA– ya se vienen destinando fondos importantes a estas medidas. Así en los últimos años se han declarado, por parte de la Consejería de Agricultura y Pesca, las siguientes *COMARCAS DE MEJORA DE REGADÍOS:*

Comarcas	*Obras ejecutadas o en ejecución (millones pta)*	*Obras pendientes (miles de millones pta)*	*Superficie a mejorar (miles ha)*
Andarax	3.648	2,9	8,9
Almanzora	392	10,9	22,5
Poniente	1.287	20,8	18,2
La Contraviesa	1.286	1,7	1,5
Guadix	398	0,6	18,3
Baza-Huescar	60	3,5	15,3
Axarquía-Este	447	1,9	1,4
Periana	301	0,7	0,6
Totales	7.819	43,0	86,6

Por otra parte, el 11 de abril de 1995, el Consejo de Gobierno, a propuesta del consejero de Agricultura y Pesca, aprobó el Decreto 97/95, por el que se establecen ayudas para favorecer el ahorro de los regadíos en Andalucía, que ha sido puesto en marcha por Orden de 1 de agosto, y al que en la convocatoria cerrada el pasado 31 de octubre se han acogido las Comunidades de Regantes y particulares con proyectos que se acercan a los 8.000 millones de pesetas. Entre otras novedades, esta normativa exige la instalación de instrumentos de medición y control del consumo, priorizando las solicitudes en función del mayor ahorro de agua.

Paralelamente a lo ya señalado, es necesario acometer a corto y medio plazo medidas y actuaciones que permitan adecuar las pautas de comportamiento de los distintos agentes a la realidad actual.

En primer lugat, se considera imprescindible acometer la reforma del *régimen económico y financiero* del agua, es decir, ir a una política tarifaria del agua que, garantizando la viabilidad de nuestros distintos regadíos, sea disuasoria del despilfarro y garantizadora de un uso eficiente. Actualmente, el agua es prácticamente gratuita, ya que los usuarios tan sólo abonan una parte pequeña de las amortizaciones y los gastos de conservación y mantenimiento de las obras. Si tenemos en cuenta que el pensamiento de la sociedad actual obliga a que el concepto de solidaridad tenga su traducción en términos económicos, obtenemos, por tanto, que los usuarios carecen de la más mínima motivación de ahorrar un bien natural muy

escaso. La sequía actual ha puesto de manifiesto la necesidad de avanzar hacia planteamientos más realistas y más concretamente hacia lo que ha venido a denominarse el *«mercado del agua»*. Actualmente, ya nadie cuestiona el pago de tarifas y cánones por volumen de agua consumida. Pero para ello se requiere su control y, consecuentemente, la instalación de los instrumentos de medición correspondientes, que por el número y dispersión de parcelas en el campo constituye una dificultad importante para su puesta en marcha con éxito. Pero esta dificultad no debe impedir que entre las Confederaciones Hidrográficas y las Comunidades de Regantes se avance hacia la consecución de ese objetivo que consideramos como uno de los más eficaces para el ahorro de agua.

Finalmente, añadir que existen otros aspectos o medidas, algunas de ellas importantes, que coadyuvan al ahorro de agua. Para no alargar esta intervención debo señalar, a modo de cita, la *mejora y modernización de la gestión integral* del agua, tanto en alta como en baja, hasta su distribución en parcela; la formación de los regantes para el mejor manejo del agua; la cesión parcial y transitoria de recursos, mediante compensación, entre concesionarios, etc.

Hasta este punto, he enumerado las medidas posibles para corregir los déficit hídricos actuales. Considero necesario realizar una reflexión acerca de los riegos actuales que carecen aún, o que se encuentren en trámite, de concesión administrativa de agua. Sin representar una fracción importante de las demandas a nivel global, dan lugar a desequilibrios locales en los balances de agua que hipotecan a los riegos de mayor antigüedad en los que se han realizado unas inversiones inicialmente rentables, tomando como referencia la disponibilidad de agua. Apoyamos la búsqueda de una solución definitiva del problema atendiendo al interés general, pero también la adopción, por parte de las Confederaciones Hidrográficas, de las medidas drásticas que impidan, en lo sucesivo, la repetición del problema.

AHORRO NETO DE AGUA POSIBLE EN LA MEJORA Y MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS

Antigüedad de las zonas regables (años)	*Superficie regada según antigüedad (miles ha)*	*Sistema de riego*	*Superficie regada en cada sistema (miles ha)*	*Dotación neta (m³/ha)*	*Ahorro neto posible (m³/ha)*
<10	119	Gravedad			
		Aspersión	44	5.250	400
		Localizado	75	4.250	250
10-20	130	Gravedad	30	6.250	750
		Aspersión	80	5.750	550
		Localizado	20	4.750	500
20-30	152	Gravedad	90	6.750	1.000
		Aspersión	62	6.000	750
		Localizado			
>30	251	Gravedad	251	7.250	1.200
		Aspersión			
		Localizado			
Total	652	Media ponderada		6.275	844

LA GESTIÓN EMPRESARIAL DEL AGUA

Juan López Martos
Jefe de Planificación. Confederación Hidrográfica del Guadalquivir

Noelia Rodríguez Ferrero
Confederación Hidrográfica del Guadalquivir

Introducción

Desde el año 1991 toda Andalucía está viviendo un período de sequía de extrema dureza, de modo especial en el extremo oriental de la cuenca del Guadalquivir. No obstante, debemos recordar que los períodos de sequía son una constante de nuestro clima, si bien la mayor repercusión social de los mismos y su menor período de frecuencia (81-82 a 83-84, 88-89, 91-92 a 94-95), se debe tanto a la propia disminución de las precipitaciones como al incremento del consumo para todo tipo de usos. Así, sin olvidar el importantísimo incremento del consumo urbano, podemos decir que en la cuenca del Guadalquivir se ha pasado de regar unas 75.000 ha en 1920 a más de 500.000 ha en la actualidad. Esto ha sido posible sin duda por la construcción de embalses y por el aprovechamiento de acuíferos, pero ha conllevado también en los últimos años una disminución acusada en la garantía del suministro, lo cual incide de forma notablemente negativa en una explotación económica como es el regadío.

Por lo que respecta a la cuenca del Guadalquivir estos períodos de sequía acarrean graves consecuencias para todos los usuarios del agua y especialmente para el principal de ellos, el regadío, que consume en la actualidad, datos cerrados en 1992 el 79% del total. Como ejemplo de lo que decimos, en las campañas de riego de los años 1983, 1984, 1989, 1992 y 1993, el agua suministrada desde los embalses de regulación, para este uso, sufrió fuertes descensos, mientras que en los años 1994 y 1995 ha sido prácticamente nula. Todo ello por lo que hace referencia a los regadíos que se nutren fundamentalmente desde los distintos sistemas de regulación que posee la cuenca.

Paralelamente otros usos del agua se han visto perturbados, entre ellos, claro está, el abastecimiento urbano, con fuertes restricciones en 1983 y

asimismo en la actualidad; aunque cabe señalar que pese a la mayor dureza del presente período de sequía con respecto al de 1981-1983, las repercusiones en este ámbito están siendo ahora menores, dadas las medidas dispuestas como consecuencia de la experiencia anterior, no sólo en relación con la construcción de nuevas instalaciones, sino también por la mejora de los sistemas de gestión del recurso.

Asimismo se ven gravemente afectados los ecosistemas fluviales y también los acuíferos, que ven aumentados sus puntos de extracción, como acciones de emergencia, sin que todos éstos se clausuren una vez superado el período seco, con la grave consecuencia de la sobreexplotación de los mismos.

La demanda de agua, sus características

Con el lanzamiento de la planificación hidrológica, el término demanda de agua se usa cada vez con mayor profusión, si bien hemos de observar, que en nuestro caso, en España (salvo en Canarias) tal término no tiene pleno sentido económico, puesto que el agua es un bien que no tiene precio y, por tanto, difícilmente cabe hablar de demanda. No obstante esto no quiere decir que el agua sea gratuita, puesto que los usuarios sufragan un coste, en forma de tarifas y cánones, que en la mayor parte de los casos y para el mayor volumen consumido, caso del regadío no depende de la cantidad usada.

Este hecho hace que la relación coste abonado por m^3 de agua usado pueda oscilar en una misma zona regable desde 0,33 pta/m^3 en 1984 a infinito en 1995, y para un mismo año 1991 en la cuenca del Guadalquivir desde 1,04 pta/m^3, en una zona regable, hasta 9,05 pta/m^3 en otra zona distinta; datos referidos a los cánones y tarifas facturados por el organismo de cuenca. Parece lógico recordar la distinta situación de otro factor importante para la producción, la energía eléctrica, con precios y disponibilidad análogos en toda la España peninsular.

Al margen de las consideraciones económicas anteriores, la demanda de agua, tal como es entendida normalmente, debe cumplir unas condiciones relativas a: cantidad, calidad y oportunidad. Es decir, hay que responder a las preguntas ¿cuánto?, ¿cómo? y ¿cuándo?

La respuesta a las preguntas anteriores es bien diferente según el uso que se trate, abastecimiento urbano, regadío o industrial, por citar en primer lugar los más tradicionales, o recreativo y ecológico; si bien este último es una prioridad del propio curso fluvial no siempre tenida en cuenta de manera suficiente.

Aunque los parámetros para medir la cantidad y calidad del agua sean bien distintos, estas dos características están íntimamente ligadas, por la

trascendencia que tienen los procesos de dilución para combatir la contaminación, especialmente la de condición difusa, cuyo tratamiento específico ofrece mayor dificultad.

Por lo que respecta a la oportunidad, es también esencial, sobre todo para el principal demandante, en todas las cuencas españolas y desde luego en el Guadalquivir, el regadío. Téngase en cuenta que, generalmente, el uso agrario del agua se concentra en el verano, de mayo a septiembre, época con escasas precipitaciones y consecuentemente con aportaciones mínimas de nuestros ríos. Caso distinto es la agricultura de tipo mediterráneo de toda la orla costera andaluza.

Para superar la irregular distribución temporal de nuestras lluvias, España tiene una larga tradición de construcción de embalses, algunos como Proserpina y Cornalbo son de época romana, que guardan el agua del invierno para el verano y de los años lluviosos o menos secos a los más secos. Así pues, tenemos embalses de ciclo anual y de ciclo hiperanual, exigiendo la gestión racional del recurso el tener siempre presentes tales características de los embalses disponibles en cada caso.

Debe prestarse atención especial a este respecto a los acuíferos, auténticos embalses naturales, que tienen unas reservas generalmente muy superiores a los recursos renovables, que son los realmente aprovechables, si queremos conservar la posibilidad de uso de los acuíferos a lo largo del tiempo.

La consideración que estas características han merecido al regante han evolucionado con el paso del tiempo, debido al progreso de las técnicas de riego y a la exigencia de los mercados en cuanto a calidad de los productos. Así pues, en un principio primaba sobre las demás condiciones la cantidad de agua, con escasa atención a la calidad; hoy se atiende fundamentalmente a la calidad, esencial para el buen funcionamiento de los sistemas modernos y también a la oportunidad, aun a costa, por lo que respecta a esta última, de sacrificar parcialmente la cantidad. Esta idea final, aun no está suficientemente comprendida por muchos usuarios regantes, sobre todo en los más antiguos y especialmente en los de carácter tradicional.

La satisfacción de la demanda

Como ya hemos dicho anteriormente, hay en la cuenca del Guadalquivir tres usos principales: riego, abastecimiento e hidroeléctrico, si bien este último se limita prácticamente a aprovechar los caudales fluyentes en los ríos no regulados y los desembalses que para otros usos, fundamentalmente el riego, se hacen desde los embalses de regulación.

Así pues, seguidamente, comentaremos los problemas de satisfacción de la demanda que vienen sufriendo tanto los regadíos como el abastecimiento urbano.

En el caso del abastecimiento urbano, son sobradamente conocidas las restricciones que se padecen con cierta periodicidad, especialmente graves los dos últimos años y muy significativos en otros, como es el caso del grupo de ciudades en torno a la Bahía de Cádiz con fuertes restricciones desde 1991, lo que expresa el carácter estructural del problema.

Por lo que respecta al regadío, de todos es conocida la resolución de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, aprobada en la primavera de este mismo año, prohibiendo el riego en la cuenca, asimismo hemos citado anteriormente la serie de años con deficiencias en la dotación del riego, deficiencias extremas ya en los años 93, 94 y 95.

Es muy necesario abordar este problema recurrente, con frecuencia cada vez más corta y que tiene otros componentes además de la disminución de las precipitaciones, característica tradicional de nuestro clima. Se trata en definitiva de lograr una garantía de suministro para el agua, que haga viable desde el punto de vista económico, nuestras explotaciones agrarias y al mismo tiempo evitar las restricciones a la población.

La forma más tradicional de abordar este problema ha sido, en nuestro país, la de incrementar los recursos disponibles, bien regulando nuestros ríos con embalses, bien aprovechando cada vez más los acuíferos, cuando los conocimientos hidrogeológicos y las técnicas de bombeo han progresado suficientemente.

Hasta ahora ha sido poco frecuente volver los ojos hacia algo, que se ha dado en llamar «water conservation», que incluye acciones diversas tales como: reutilización, depuración, modernización de sistemas, técnicas de gestión, etc. Sin embargo, cada vez es más necesario combinar acciones de ambos tipos, sobre todo si se tiene en cuenta que, cada vez es más difícil encontrar nuevos emplazamientos viables para embalses, en la cuenca del Guadalquivir apenas sí quedan media docena de acciones posibles en este ámbito. Estas obras son cada vez más caras y cada vez son más contestadas socialmente sus externalidades tanto de carácter ambiental como social.

No podemos dejar de referirnos también a unas infraestructuras hidráulicas importantes e imprescindibles en algunos casos, los trasvases de agua de unas cuencas a otras. Se trata de obras que están siendo discutidas con más sentimiento que razón, lo cual es el peor método para llegar a alguna conclusión satisfactoria. Parece necesario para obtener algún progreso situar la cuestión en su verdadero ámbito. Se discuten estas obras sobre todo desde el punto de vista hidrológico y ecológico, cuando los problemas que subyacen son de carácter económico y territorial.

Así pues, la complejidad tanto técnica como socioeconómica de estas obras obliga a tener en cuenta, a la hora de proyectarlas, la garantía y seguridad de suministro del recurso a todos los afectados, tanto de la cuenca cedente como de la cuenca receptora. Por otra parte sería conveniente debatir al margen del régimen económico-financiero que establece la Ley

de Aguas, si debiera considerarse una compensación por parte de los receptores del recurso hacia los cedentes del mismo.

Se debe señalar, por otra parte, que son obras que nuestro país ha venido haciendo desde su primera historia, ahí están para probarlo el monumental Acueducto de Segovia, y el Canal del Cella en Teruel, entre otras.

La gestión del agua

Dejando al margen otras acciones enumeradas al hablar con anterioridad de la conservación del agua, es importante la gestión del recurso, que en nuestro país se hace de acuerdo con las previsiones legales con la participación de los usuarios.

Hay que plantear una cuestión previa, hablar del agua como objeto de gestión empresarial, encierra una contradicción en los términos, puesto que el agua no está considerada en nuestro país un bien económico.

La gestión del agua tiene un carácter administrativo y sólo los suministros concretos a una empresa concreta agraria, industrial o dedicada al abastecimiento urbano; pueden gestionarse con criterios de coste y escasez, que son los apropiados para una gestión económica o empresarial del agua.

Lo que pudiéramos llamar gestión del agua en alta se lleva a cabo, casi exclusivamente para las aguas superficiales reguladas, en el marco de las Confederaciones Hidrográficas, por medio de las Comisiones de desembalse, y las Juntas de Explotación, órganos en los que participan los usuarios y que, en el caso del Guadalquivir funcionan con regularidad, aun en los períodos de bonanza pluviométrica.

Se ve ya una primera necesidad de atender, de prestar mayor atención, casi se parte de cero, a las aguas subterráneas integrantes del dominio público hidráulico, y a las superficiales no reguladas, que tan importante papel juegan en la conservación del propio dominio público hidráulico y de los ecosistemas fluviales.

Por lo que respecta a la gestión del agua regulada, cabe hacer una consideración importante; es necesario tener muy en cuenta la hiperanualidad de nuestros embalses, por ello no puede usarse toda el agua acumulada en los cortos períodos de lluvia otoño y primavera en el verano. La importancia de lo que decimos puede ponerse de manifiesto con los datos siguientes extraídos de las memorias de las zonas regables de promoción pública, por lo general, en la cuenca del Guadalquivir (ver cuadro 1).

No obstante parece difícil resolver esta cuestión abordándola siempre sin tener en cuenta consideraciones económicas elementales, tales como la productividad del agua o la valoración de los proyectos de inversión mediante las técnicas de análisis coste-beneficio.

Cuadro 1

SUMINISTRO DE AGUA A ZONAS REGABLES
DEL GUADALQUIVIR

Denominación	*Superficie ha*	*Dotación media período 88-92 m³/ha*	*Dotación año 93 m³/ha*	*Dotación media período 88-93 m³/ha*	*Dotación neta para una alternativa regadío m³/ha*[1]
Bajo Guadalquivir	54.050	4.774	52	3.987	5.629
Guadalmellato	7.535	6.111	0	5.093	4.670
Vegas Altas Jaén	2.517	5.842	2.394	5.268	3.249
Bembezar	15.376	7.964	302	6.687	5.034
Rumblar	5.172	6.650	2.446	5.949	4.419
Vilar	11.749	8.208	289	6.888	4.894
Salado Morón	1.823	6.785	2.946	6.145	5.228

Fuente: Elaboración propia a partir de las «Memorias de zonas regables» y del «Plan Hidrológico» ambos de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

Parece necesario un nuevo enfoque para la gestión del agua, cuyo suministro requiere hoy, a la vez, seguridad y flexibilidad.

La seguridad se requiere tanto desde el punto de vista hidrológico como jurídico, para lo que es necesario contar con infraestructuras físicas y con una estructura legal. En nuestro país disponemos de instrumentos aceptables en los dos campos, pero es necesario mejorarlos, sobre todo el jurídico, puesto que en cierto modo la seguridad y la flexibilidad están contrapuestas.

En la parte peninsular de España el agua se adquiere generalmente mediante concesiones que se otorgan a través de un sistema excesivamente rígido. En este sentido no creemos que el mecanismo de mercado pueda ser un mecanismo adecuado, puesto que en el uso del agua, hay una gran cantidad de agentes indirectos, cuyos intereses difícilmente pueden ser tenidos en cuenta en una transacción mercantil que sea viable socialmente y poco costosa económicamente.

No obstante es necesario buscar caminos para flexibilizar nuestro sistema concesional, quizá pudiera ser uno el de cambio de usos del agua, mediante las compensaciones correspondientes tutelados por los organismos de Cuenca. En este sentido parece conveniente explorar las posibilida-

[1] Se han obtenido estos valores partiendo de las alternativas reales de cultivos de regadío en años normales, que figuran en las memorias de explotación de las zonas regables, y aplicando a éstas las necesidades de los distintos cultivos según el método

des que permite nuestra legislación de aguas, sobre todo el tratamiento especial para épocas de sequía.

Conclusión

La respuesta tradicional a la escasez de agua ha sido la aportación de nuevos recursos mediante soluciones de carácter ingenieril, construcción de embalses, aprovechamiento de acuíferos y trasvases. Hoy, en esta misma línea de aportar nuevos recursos, son mejor aceptadas socialmente las técnicas de conservación del agua.

Ambos modelos tienen el mismo riesgo, el de ser insuficientes ante la demanda creciente e incesante de recurso hídrico; por ello, parece imprescindible explorar nuevas vías para encontrar soluciones, entre las que podrían estar: la introducción de los parámetros económicos más elementales en la relación del usuario con el agua y la flexibilización de nuestro sistema concesional.

NOTA SOBRE LOS AUTORES

FEDERICO AGUILERA KLINK. Catedrático de Economía Aplicada en la Universidad de La Laguna (Tenerife), donde enseña desde hace diez años economía de los recursos naturales. Realizó estudios de postgrado en economía agraria en Montpellier (Francia) y ha sido investigador visitante en la Universidad de Arizona. Autor de varios libros y artículos sobre economía del agua y economía de los recursos naturales, algunos de ellos con especial referencia a Canarias.

ANTONIO ESTEVAN ESTEVAN. Ingeniero industrial, trabaja como consultor en el grupo GEA 21. Es miembro del Observatorio Europeo de de Desarrollo Rural. Ha colaborado en numerosas instituciones españolas, europeas e internacionales, siendo autor de varios libros y artículos.

JOSÉ MARÍA GASCÓ MONTES. Catedrático de Edafología de la Universidad Politécnica de Madrid. Ha realizado numerosos trabajos sobre la temática general de los recursos naturales y ha dirigido, junto a José Manuel Naredo, el proyecto *Las Cuentas del agua,* cuyo resumen está en curso de publicación en el Ministerio de Medio Ambiente.

BERNARDO LÓPEZ-CAMACHO. Entre 1970 y 1993 trabajó en el Ministerio de Obras Públicas, siendo director del Servicio Geológico de Obras Públicas, subdirector general de Planificación Hidrológica y secretario general del Consejo Nacional del Agua. Asimismo, ha sido profesor de doctorado de la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid. En la actualidad es jefe del Departamento de Aguas Subterráneas del Canal de Isabel II, presidente del Curso Internacional de Hidrogeología para graduados «Noel Llopis» de la Universidad Complutense, vicepresidente del Club del Agua Subterránea y secretario del Foro del Agua.

JOSÉ LÓPEZ-GÁLVEZ. Doctor Ingeniero Agrónomo por la Universidad Politécnica de Madrid. Desde 1986 hasta 1996 ha sido Ingeniero Jefe de la Estación Experimental «Las Palmerillas» (Almería). Ha publicado más de cuarenta trabajos de investigación y divulgación en revistas nacionales y extranjeras, presentando diversos trabajos en congresos nacionales e interna-

cionales y participando como director en distintos cursos y seminarios. En la actualidad, trabaja en mejorar los parámetros ambientales del invernadero y en incrementar el rendimiento del agua (programa en realización en Dunia Export, S.A.). Asimismo, es profesor asociado en la Universidad de Almería y presidente del Comité Español de Plásticos para la Agricultura.

ALBERTO LOSADA VILLASANTE. Doctor Ingeniero Agrónomo, es catedrático de Ingeniería Hidráulica en la Universidad Politécnica de Madrid, donde dirige trabajos de investigación sobre aforos en acequias y sobre métodos de riego. Asimismo, enseña hidráulica aplicada a los riegos, principios y prácticas de riegos y drenajes, métodos de aplicación de riego y proyecto de sistemas de elevación, distribución y avenamiento.

JOSEFINA MAESTU UNTURBE. Es directora asociada de ECO-TEC Research and Consulting Ldt., Gabinete de Investigación y Consultoria en Economía y Medio Ambiente. Ha trabajado para el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, el Instituto del Territorio y el Urbanismo y la Dirección General de Calidad de las Aguas. Es autora de varias publicaciones editadas por la Administración y ponencias presentadas en conferencias internacionales.

JOSÉ MANUEL NAREDO PÉREZ. Doctor en Ciencias Económicas y Estadístico Facultativo. Cuenta con una larga experiencia en estudios macroeconómicos que combinan reflexiones de fondo sobre los fundamentos de la ciencia económica con análisis concretos sobre el funcionamiento de los sistemas agrarios, urbanos e industriales y sobre su relación con los recursos naturales. Actualmente trabaja como director del Programa «Economía y Naturaleza» de la Fundación Argentaria.

FERNANDO OJEDA PÉREZ. Ingeniero Industrial y Máster en Desalación y en Gestión de Empresas. En la actualidad es director de la Planta Desalinizadora «Salinas» de Las Palmas de Gran Canaria e investiga, entre otras cosas, sobre las aplicaciones de la energía eólica a plantas de desalación.

ESTEVE TOMÁS TORRENS. Ingeniero Agrónomo, presidió la Confederación Hidrográfica del Júcar de octubre de 1993 a 1996. Fue diputado en el Parlamento de Cataluña, donde presidió, durante tres legislaturas, la Comisión de Política Territorial y Obras Públicas. Asimismo, fue Concejal de Urbanismo y director de Ordenación Territorial en la Diputación de Barcelona. Ha sido ponente en diversas leyes de regulación de infraestructuras hidráulicas y protección del medio ambiente. En la actualidad es presidente del Zoo de Barcelona.

Participantes en la Mesa Redonda Institucional

JOSÉ LUIS BLANCO ROMERO. Consejero de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía desde marzo de 1996. Con anterioridad desempeñó, entre otros, los cargos de viceconsejero de la Consejería de Medio Ambiente (cargo que ostentaba en la fecha de celebración del Seminario) y presidente de la Agencia de Medio Ambiente.

JULIÁN DÍAZ ORTEGA. Director general de Obras Hidráulicas de la Junta de Andalucía y responsable de la Planificación Hidrológica en Andalucía.

CRISTÓBAL HUERTAS HUESO. En la actualidad es coordinador de la viceconsejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Durante la celebración del Seminario ostentaba el cargo de Director General de Desarrollo Rural y Actuaciones Estructurales dentro de la Consejería de Agricultura y Pesca.

JUAN LÓPEZ MARTOS. Jefe de la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

El presente volumen recoge los textos derivados del Seminario sobre «La economía del agua en España» celebrado los días 28 y 29 de noviembre de 1995 en Sevilla.

La reflexión económica sobre el agua está llamada a ganar importancia en nuestro país. Estamos pasando de una fase en la que las soluciones técnicas han venido desplazando el fantasma de la escasez a base de obras para nuevos abastecimientos, a otra en la que se trata de encarar directamente esa escasez con planteamientos económicos más globales, que centran su atención en la gestión de la demanda y en la conservación del agua como recurso.

En el libro se intenta trascender la polémica que suscitó la divulgación del anteproyecto de Plan Hidrológico, situando la discusión a un nivel de reflexión más amplio: el de gestión económica del agua («water management») y más en concreto el de la «water conservation» (ahorro, reutilización, uso combinado, mejora de la eficiencia de los sistemas de distribución y uso...).

ISBN 84-7774-977-9

9 788477 749776

7

Varios autores

La economía del agua en España