

Trasvases y desalación. Tiza y pizarra

Miguel Ángel Ródenas Cañada y Juan Guillamón Álvarez

DESCRIPTORES
 PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA
 OBRAS HIDRÁULICAS
 DESALACIÓN DE AGUA
 GESTIÓN DEL AGUA
 MEDIO AMBIENTE
 ARCO MEDITERRÁNEO
 CALIFORNIA

*"I am not convinced that a desalination plant
 is a viable long-term way to ensure London has an adequate supply of water"*
 (Ken Livingstone, alcalde de Londres)

Introducción

Este artículo pretende establecer un análisis justificado entre dos formas bien distintas de plantear la resolución de los problemas del agua del sureste peninsular de España. De un lado la del derogado PHN (2001), cuya acción más sobresaliente es el trasvase del Ebro, y de otro la del denominado Programa AGUA (2004), cuyo principal elemento es la desalación.

La cuenca del Segura

La cuenca del Segura se caracteriza por una reducida disponibilidad hídrica¹ y un clima cálido y luminoso. Su cultura milenaria en la gestión del agua se manifiesta en un gran desarrollo de las infraestructuras hidráulicas y en la mejores prácticas de eficiencia en su uso, tanto en abastecimiento como en regadío.

El abastecimiento a poblaciones se efectúa, básicamente, por la Mancomunidad de Canales del Taibilla (Fig. 1). Es un sistema general intercomunitario que suministra agua potabilizada a una población punta de unos tres millones de personas en la cuenca del Segura y parte de la del Júcar. Dispone de unos 500 kilómetros de canales principales y otros 1.000 kilómetros de tuberías. Utiliza recursos de diversas procedencias: aguas del Tajo, aguas del Taibilla, aguas subterráneas y, en situaciones extraordinarias, aguas del Segura y del Júcar. Además, recientemente, se utilizan aguas desaladas. Por la diversidad de sus fuentes de suministro y la extensión de sus infraestructuras proporciona una buena garantía de abastecimiento. Es un buen modelo de racionalidad y de cohesión interterritorial. La tarifa oficial "única" de este suministro en alta, es de 0,31 euros/m³.

La cuenca del Segura dispone de unas 266.000 hectáreas de regadío, fundamentalmente frutales y hortalizas, que constituyen una actividad económica básica en el territorio y produce efectos positivos en la economía española.² Una parte muy importante del regadío es la del trasvase Tajo-Segura (Fig. 2). Las zonas regables correspondientes tienen unas modernas infraestructuras de riego presurizadas, en muchos casos informatizadas, que proporcionan un control eficaz del uso del agua. La modernización de regadíos llega, de forma muy generalizada, hasta la aplicación del agua a la planta con riego localizado. Un precio medio orientativo del agua, a pie de parcela, es de unos 0,14 euros/m³, si bien hay situaciones extremas.

Planificación hidrológica

La planificación hidrológica de la cuenca del Segura (1998) contempla los siguientes objetivos (Cuadro 1): 1) Garantizar el abastecimiento urbano actual y futuro, como premisa básica del desarrollo socioeconómico y territorial. 2) Mantener los regadíos existentes y, por tanto, la actividad económica creada.³ 3) Regenerar el medio ambiente hídrico (recuperación de acuíferos sobreexplotados, cauces y humedales).

CUADRO 1
Objetivos de la planificación hidrológica de la cuenca del Segura
Abastecer la población actual y futura
Garantizar los regadíos existentes
Regenerar el medio ambiente hídrico: acuíferos sobreexplotados, cauces y humedales



Fig. 1. Esquema hidráulico del sistema de abastecimiento del Taibilla.

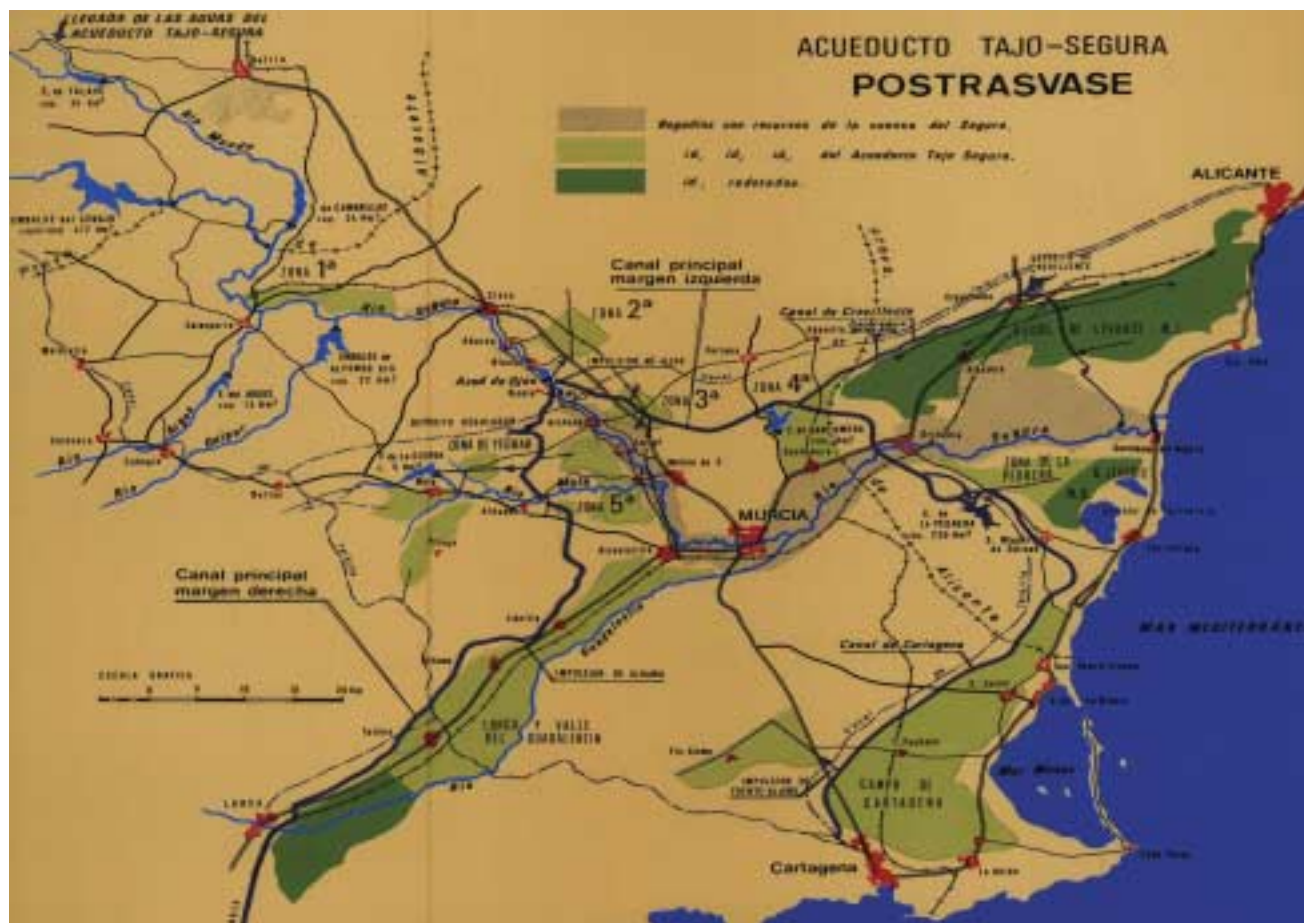


Fig. 2. Esquema hidráulico del sistema del Postrasvase Tajo-Segura.



CUADRO 2			
Balance hídrico de la cuenca del Segura			
Oferta (hm ³ /año)		Demanda (hm ³ /año)	
Río Segura	320	Regadíos	1.660
Taibilla	40	Abastecimiento	280
Otros cauces	50	Ambiental	60
Subterráneas renovables	250		
Reutilización	140		
Suma	800	Suma	2.000

La cuantificación del escenario de la planificación (Cuadro 2) se concreta en una demanda de 2.000 hm³/año (en la hipótesis de una optimización integral de las medidas de gestión), correspondiendo al regadío el mayor consumo (83%). En el lado de la oferta, los recursos internos de la cuenca se pueden evaluar actualmente en torno a los 800 hm³/año, incluyendo la reutilización.

Por tanto, el balance hídrico anual de la cuenca del Segura presenta un déficit interno, en las mejores condiciones de optimización, de 1.200 hm³. Este grave desequilibrio se remedia con las aportaciones netas del trasvase Tajo-Segura, de 540 hm³, con aportaciones de desalación (actualmente en unos 40 hm³), y con una utilización intensiva de las aguas subterráneas que va más allá de un aprovechamiento sostenible (sobreexplotación de acuíferos).

En estas condiciones es imposible atender con garantías las demandas, muy ajustadas las de abastecimiento e insostenibles las de regadío (menor superficie regada de la nominal, regadíos infradotados o con aguas de mala calidad). También se deriva una situación ambiental extrema, con sobreexplotación de acuíferos, reducción de caudales ambientales, pérdida de calidad de aguas, salinización de tierras y un alarmante proceso de desertificación. En suma, una situación indeseable, a resolver por el PHN.

Experiencias en trasvases y desalación

La cuenca del Segura cuenta con experiencias en trasvases y desalación. Para este estudio se van a considerar respectivamente dos actuaciones significativas: el trasvase Tajo-Segura (1979) y la desaladora del Canal de Alicante del Taibilla (2004).

El Acueducto Tajo-Segura (ATS) es una infraestructura con un esquema de funcionamiento sencillo: una impulsión en origen (Fig. 3) y un canal de transporte (Fig. 4) de unos 300 kilómetros hasta la cuenca del Segura. La energía de transporte del canal oscila según tramos entre 0,1 y 0,4 m/km, existiendo además varios saltos de potencial aprovechamiento energético. Entrega las aguas en el Segura a la cota 650 m snm. Las aguas se distribuyen utilizando parcialmente los cauces naturales del Segura y los canales del postransvase, con los que llegan hasta la cuenca del Almanzora en Almería. El sistema requiere elevaciones parciales complementarias en su distribución. El consumo energético medio ponderado es del orden de 1 kWh/m³.

Los usuarios del ATS asumen la totalidad de los costes; las aguas trasvasadas al Sureste tienen una tarifa única para el regadío y otra para el abastecimiento, con una ligera discriminación de éste frente al regadío, resultando un precio me-



Fig. 3. Trasvase Tajo-Segura. Elevación de Bolarque.



Fig. 4. Trasvase Tajo-Segura. Canal de Fuensanta.

CUADRO 3		
Tarifa del trasvase Tajo-Segura (2005)		
Agua trasvasada al sureste	Riego (€/m ³)	Abastecimiento (€/m ³)
a) Coste de las obras	0,013856	0,039731
b) Gastos fijos de funcionamiento	0,021109	0,021109
c) Gastos variables de funcionamiento	0,064665	0,064665
Total:	0,099630	0,125505
Precio medio ponderado (400 hm ³ riego, 110 hm ³ abastecimiento)		0,10 (€/m ³)

dio ponderado de 0,10 euros, que incluye la amortización de las obras (Cuadro 3). La experiencia de 26 años de explotación pone de manifiesto un funcionamiento técnicamente sencillo. El caudal máximo nominal es de 600 hm³/año y el caudal medio trasvasado en los últimos ocho años ha sido de 519 hm³, de acuerdo con las peticiones de los usuarios y las disponibilidades hídricas de la cabecera del Tajo. Existe una salvaguardia ambiental de mantener un caudal ecológico de 6 m³/s en Aranjuez y una compensación económica a las Comunidades Autónomas de la cuenca del Tajo.⁴

CUADRO 4

Costes desaladora de Alicante-Taibilla

Capacidad diaria: 50.000 m ³ /día Inversión: 52,6 millones euros		Proceso de ósmosis: 3,3 kWh Bombeo (*): 1,6 kWh Total energía: 4,9 kWh		
Amortización 15 (años)	(€/m ³)	Energía (€/m ³)	Mantenimiento (€/m ³)	Total (€/m ³)
Sin subvención	0,297	0,300	0,113	0,700
Con subvención (33%)	0,196	0,300	0,113	0,609

(*) Toma + interfiltrado + conexión a red 200 m. manométrica

La desaladora de agua de mar del Canal de Alicante del Taibilla tiene una capacidad de 50.000 m³/día (18 hm³/año). Es una moderna desaladora de ósmosis inversa, dotada de recuperación energética con turbinas Pelton. Las instalaciones incluyen el bombeo hasta un depósito de regulación. En el cuadro 4 se reflejan los principales datos económicos de esta instalación. El consumo energético total es de unos 5 kWh/m³, de los que 3,3 kWh/m³ corresponden al proceso de ósmosis. Resulta un coste de desalación de 0,70 euros/m³ sin subvención y de 0,60 euros/m³ si se considerara subvención⁵ (cifra seis veces superior a la de las aguas trasvasadas del Tajo -0,10 €/m³-). Las aguas de la desaladora se integran en el Canal de Alicante del sistema general del Taibilla, al que contribuye como fuente complementaria de aprovisionamiento con el 8 % de sus recursos totales.

El Libro Blanco del Agua⁶ y el PHN

El Libro Blanco del Agua (LBA), califica la situación de la cuenca del Segura de "déficit estructural", que se caracteriza porque a pesar de utilizar todos sus recursos hidráulicos, de poner en valor todas las obras hidráulicas posibles y de alcanzar una óptima gestión del agua, no es viable resolver "por sí misma" sus problemas, sino que es necesario aportar caudales externos.

El LBA formula un nuevo enfoque sobre la política de aguas, que es el fundamento del PHN. Así, descarta la vieja idea de los regeneracionistas de considerar la oferta de agua como fomento de la renta, al tiempo que reconoce que la falta de agua en ningún modo puede suponer un límite al legítimo desarrollo de los distintos territorios de España, sin perjuicio de la propia política de conservación del medio ambiente hídrico. El LBA considera prioritarias las medidas de ahorro y buen uso (lo que se denomina "políticas de gestión de la demanda") a desarrollar internamente en las cuencas, tales como modernización de regadíos, depuración de aguas residuales, reutilización, renovación y modernización de conducciones, entre otras. Todas estas actuaciones constituyen el cuerpo fundamental del PHN, recogidas en el articulado y de forma muy concreta en el Anexo II del PHN.

Asimismo, el Anexo II del PHN incluía otras infraestructuras hidráulicas para aportar nuevos recursos en las distintas cuencas, como embalses de regulación, conducciones y desalación, priorizando la realización de estas obras en las cuencas más problemáticas (Art. 36).

Y cuando todo lo anterior no es suficiente, el planteamiento del LBA es recurrir, en su caso, al trasvase, que, si bien es una medida de excepción para resolver una carencia que

no puede ser resuelta razonablemente de otra manera, también es un instrumento válido para la gestión del agua; y todo ello con las premisas fundamentales de no limitar el desarrollo ni perjudicar a la cuenca cedente, ni causar impactos insostenibles al medio ambiente.

Así, el PHN estudió la forma de atender el problema de la cuenca del Segura, junto con la situación de otras cuencas del arco mediterráneo, que en su conjunto soportan un déficit hídrico global de 1.000 hm³/año. La importancia de esta cifra hizo que se descartara la desalación masiva como procedimiento general por sus inconvenientes técnicos, económicos y medioambientales. Sin embargo, sí se constató la viabilidad de resolver este déficit mediante un trasvase, teniendo en cuenta las disponibilidades y posibilidades de utilización que ofrecen los caudales de los ríos españoles, con unas aportaciones de 110.000 hm³/año para un consumo total de unos 20.000 hm³ (18 %), y que la corrección de todo el déficit del arco mediterráneo supone menos del 1 % de la escorrentía peninsular.

En el Anteproyecto del Plan Hidrológico Nacional presentado al Consejo Nacional del Agua (CNA) se incluyó un estudio de viabilidad técnica, económica y ambiental de posibles transferencias de unas cuencas a otras. Fue el propio CNA quien, al estudiar las distintas opciones y combinaciones de posibles trasvases, concluyó que la opción idónea para resolver el déficit del arco mediterráneo era el trasvase anual máximo de 1.050 hm³ desde la desembocadura del Ebro a las cuencas internas de Cataluña, y a las del Júcar, Segura y Almería. Un trasvase viable desde los puntos de vista hidrológico (agua suficiente), técnico y ambiental, y además la más económica de las opciones.⁷

A la cuenca del Segura le corresponden 450 hm³. Además de este trasvase, que constituye su principal acción, y de otras medidas para mejora de la gestión (consolidación del Tajo Segura y otras), el PHN contemplaba siete desaladoras, que completan la garantía de suministro de agua al Segura con una aportación estimada máxima de unos 200 hm³/año (aproximadamente el 10 % de la demanda). Con ello el PHN proporciona una razonable corrección del déficit hídrico de la cuenca del Segura.

El PHN fue aprobado definitivamente en 2001 y estaba integrado en el escenario presupuestario 2000-2006 de la Unión Europea, para beneficiarse de sus ayudas. También estaba coordinado con otras actuaciones territoriales y sectoriales y fundamentalmente con el Plan Nacional de Regadíos (2002), dada la importancia de éstos en el uso del agua en España (el 80 %).

El PHN era un proyecto de Estado que culminaba todo un proceso planificador integral establecido en la Ley de Aguas de 1985; un intenso trabajo de más de 20 años de información y estudios realizados por las distintas administraciones y sometido a una participación pública y debate, como jamás lo ha sido ningún plan de infraestructuras en la historia de España. Una estrategia cuyos planteamientos gustarán más o menos, pero que es acreedora de una madurez técnica y ambiental que le otorga fiabilidad.





Fig. 5. Traslase del Ebro. Esquema de trazado.

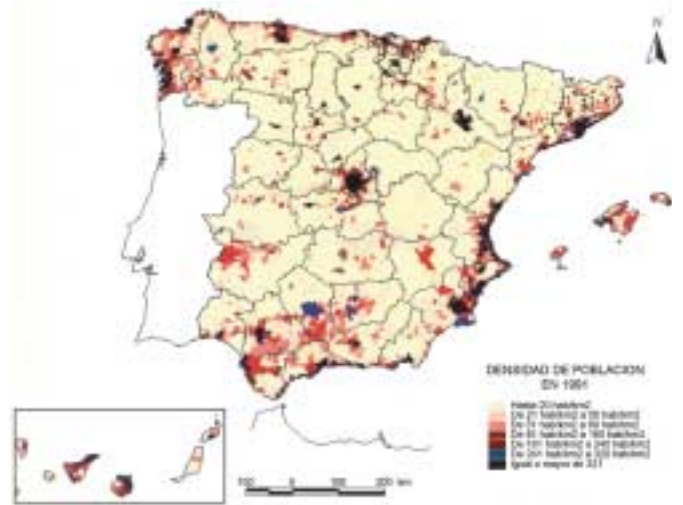


Fig. 6. En el arco mediterráneo se emplaza el 30% de la población de España.

CUADRO 5		
Recursos hídricos de la cuenca del Ebro		
	hm³/año	Porcentaje sobre recursos
Recursos totales	17.967	100%
Usos actuales	5.500	30%
Vertidos al mar	12.000	70%
Traslase previsto	1.050	6%



Fig. 7. La toma del traslase del Ebro se sitúa aguas abajo del último aprovechamiento (azud de Cherta).

El proyecto del traslase del Ebro

La infraestructura del traslase del Ebro proporciona una garantía de suministro de agua de forma continua en el territorio, a lo largo de los 900 kilómetros de su trazado (Fig. 5), contribuyendo al desarrollo socioeconómico a corto, medio y largo plazo del territorio. Afecta a un corredor próspero en el que se ubican más de 10 millones de habitantes (Fig. 6), con un importante flujo turístico y una agricultura competitiva.

La cuenca del río Ebro tiene una extensión de 85.000 km² (el 18% de España), perteneciente a nueve Comunidades Autónomas. Dispone de unos recursos de, aproximadamente, 18.000 hm³/año, de los que el traslase contempla una detracción del 6% (Cuadro 5).

Descontadas las pérdidas de transporte (5%), estaba prevista la utilización neta de 1.000 hm³: 439 hm³ (44%) para abastecimientos y 561 hm³ (56%) para consolidación de regadíos y recuperación hídrica (fundamentalmente sobreexplotación de acuíferos).

El punto de toma se ubicaba aguas abajo del azud de Cherta, que es el último punto de aprovechamiento del río (Fig. 7), de acuerdo con el criterio de dar prioridad a los usos de la cuenca cedente (Cuadro 6).

Se ha realizado un estudio con los caudales reales vertidos al mar en los últimos 12 meses (Fig. 8) y de él se deduce que a pesar de la sequía actual se podrían haber trasladado 1.050 hectómetros cúbicos.

CUADRO 6	
Traslase del Ebro. Garantías en la cuenca cedente	
Garantía de no limitar el desarrollo propio	
No utilizar infraestructura propia (salvo el sistema Mequinenza-Ribarroja-Flix)	
Toma de agua en la desembocadura	
Traslase de aguas sobrantes	
Mantenimiento de caudal ecológico (100 m³/seg.)	
Plan Integral protección del Delta	
Compensación "Canon Ambiental": 0,03 €/m³	

DATOS		RESULTADOS		Posible (Hm³)	Legal (Hm³)
Volumen máximo trasladable (Hm³/año)	1.650	Volumen total circulante por Tortosa	7.244	7.244	7.244
Caudal ecológico mínimo (m³/s)	100	Volumen total trasladado	1.722	1.050	
Capacidad de toma del traslado (m³/s)	61	Volumen total vertido al mar	5.522	6.194	



Fig. 8. Caudales del río Ebro en la desembocadura en período de sequía (año 2004-2005).

Análisis económico

El proyecto de trasvase del Ebro se concibe para ser financiado por los usuarios con una tarifa única, independiente del punto de suministro. Es un modelo similar al de un abastecimiento de aguas (Taibilla, Canal de Isabel II), al suministro de electricidad, de gas o de teléfono, donde todos los usuarios contribuyen con la misma tarifa a costear el proyecto y la explotación de sistema. Es una empresa común donde prima la cooperación mutua, cohesión y solidaridad. Esta premisa responde al más elemental sentido de un proyecto de Estado, que además se refiere al suministro de un recurso natural, de dominio público, imprescindible para la actividad económica y para la propia vida.⁸ No considerarlo así introduce factores negativos a la convergencia de las economías regionales, cuando, además, las más alejadas en distancia al río Ebro son las de menor riqueza.

Bajo esta premisa de tarifa independiente respecto del punto de suministro, se ha realizado el desglose del precio medio de las aguas trasvasadas (Cuadro 7) conforme al método convencional de estudio de la viabilidad económica de infraestructuras.

La inversión prevista es 4.200 millones de euros, según se deduce del proyecto de trazado a escala 1:25.000. La amortización de las obras se ha realizado considerando la fórmula francesa de cuotas anuales constantes, con un período de amortización razonable de 50 años (el Tajo-Segura lleva 25 años en buen uso).

El cálculo del consumo energético es el que se obtiene del perfil longitudinal del proyecto inicial de trazado, mejorado con estudios de eficiencia energética realizados con posterioridad para definir con más precisión los proyectos de construcción. La energía total de bombeo es de unos 2.500 GWh y el aprovechamiento energético (turbinación en el tronco y trasversal) es de unos 500 GWh, con lo que el consumo neto medio ponderado es del orden de los 2 kWh/m³.

Se incluye en el cálculo económico, además, un canon de compensación anual a la cuenca cedente de 30 millones de euros (0,03 €/m³).

El precio final asciende a 0,36 euros/m³, que se reduce a 0,30 euros/m³ considerando las ayudas europeas⁵ previstas.

Si se establece un cálculo de tarifas con discriminación por usos (Cuadro 8), partiendo de un precio máximo asumible por el regadío de 0,15 euros/m³, resultaría una tarifa para el abastecimiento urbano de 0,49 euros/m³. Precio muy interesante para este uso que quedaría todavía muy por debajo del coste del agua desalada.

Análisis territorial y ambiental

Uno de los mayores beneficios del trasvase del Ebro se deriva de su configuración en el territorio en forma de corredor. La disposición lineal del trasvase y a una cota elevada permite crear un suministro "en continuo" en toda la longitud de la infraestructura y además a la cota adecuada para no tener que hacer elevaciones posteriores. A diferencia, la alternativa de desalación exigiría conducciones y elevaciones complementarias desde la costa al punto de aplicación.

CUADRO 7

Precio único de las aguas trasvasadas del Ebro a Cuencas Internas de Cataluña, Júcar, Segura y Almería					
Inversión: 4.200 millones de euros			Trasvase: 1.050 hm ³ (neto 1.000 hm ³)		
Amortización 50 años-1.000 hm ³	Energía (2 kWh/m ³)	Mantenimiento Administración	Afecciones	Canon Compensación	Total (€/m ³)
0,195 €/m ³	0,10	0,03	0,005	0,03	0,360
(Subvención 33%) 0,130 €/m ³	0,10	0,03	0,005	0,03	0,295

CUADRO 8

Precio de las aguas trasvasadas del Ebro con discriminación según usos		
Precio medio	Precio discriminado	
Total 1.000 hm ³ 0,30 €/m ³	Regadíos: 561 hm ³ (56%)	0,15 €/m ³
	Abastecimientos: 439 hm ³ (44%)	0,49 €/m ³



Fig. 9. Esquema hidráulico del PHN en la cuenca del Segura (con altimetría de zonas regables).

En la cuenca del Segura, el trasvase tenía prevista su entrada a la cota 500 m snm, discurriendo próximo a las zonas regables (Fig. 9) y a una altitud idónea; aprovecha parcialmente la infraestructura del trasvase Tajo-Segura y se complementa con ella; también es compatible con las conducciones principales de riego y de abastecimiento. Existe la posibilidad de atender la distribución interna en la cuenca del Segura utilizando o no, según convenga, la red hidrográfica existente, y la opción de proporcionar caudales ecológicos en sus cauces.

Todas las zonas regables que se abastecerían en la cuenca del Segura por el trasvase del Ebro se encuentran en situación de precariedad por falta de garantía de suministro, pues están alimentadas por acuíferos sobreexplotados. La sustitución de caudales de las aguas procedentes de la sobreexplotación por aguas trasvasadas permitiría eliminar esta indeseable práctica, con el beneficio que supone la recupera-





Fig. 10. Esquema hidráulico de la desembocadura del río Ebro y el Delta.

ción natural de los niveles freáticos, en un lento proceso de recarga natural. El resultado final sería el resurgir de fuentes y manantiales, y la correspondiente regeneración de cauces, arroyos y ríos. Por tanto, el trasvase del Ebro constituye para la cuenca del Segura un auténtico proyecto de regeneración ambiental, tal y como propugna la Directiva Marco del Agua.

Esta posibilidad de regeneración ambiental del medio ambiente hídrico del litoral mediterráneo que ofrece el trasvase es especialmente destacada por el informe Berkeley.⁹ Dicho informe, que analiza en profundidad la hidrología y recursos hídricos del río Ebro, resta importancia a los efectos que la detracción de caudales por el trasvase pudiera tener sobre el Delta precisamente por su pequeña cuantía en relación con los caudales del río. Es más, este informe pone de manifiesto que el proyecto del trasvase, con sus medidas correctoras y de compensación, es una buena oportunidad para mejorar la situación del Delta (Fig. 10).

La disposición lineal y continuidad del trasvase formando un corredor de 900 kilómetros permite la ubicación de infraestructuras, complementarias o no, de energía, comunicaciones y otras de largo recorrido, que pueden ser de gran interés estratégico, con un impacto ambiental ya amortizado.

El trazado proyectado se apoya en gran parte en infraestructuras hidráulicas ya existentes, minimizando su impacto. La afección a la red Natura 2000 es mínima (tres cruces de ríos y un espacio marginal antropizado). El proyecto de trasvase del Ebro fue sometido a información pública y a Evaluación de Impacto Ambiental, obteniendo la preceptiva Declaración favorable.

Otras consideraciones de interés

El trasvase del Ebro es un elemento estratégico para el suministro y distribución de agua de España y así ha sido considerado reiteradamente en todos los estudios y planes hidráulicos más rigurosos realizados a lo largo de la historia. En todos estos antecedentes, las propuestas de caudales a trasvasar desde el Ebro han sido más elevadas que las planteadas en el PHN-2001. Destacan, entre otras, la de Félix de los Ríos (1937) y la del Centro de Estudios Hidrográficos¹⁰ (1967). Más recientemente fue considerado también pieza clave del Anteproyecto¹¹ del PHN-1993.

Asimismo el proyecto de trasvase del Ebro se ajusta a la normativa comunitaria¹² y en especial a la Directiva Marco del Agua,¹³ cuyo cumplimiento es precisamente uno de sus objetivos.

La desalación en el PHN

El PHN descartó la desalación masiva de agua de mar como instrumento de aportación de grandes caudales. Ya se han expuesto con anterioridad algunas consideraciones al respecto. A continuación se exponen otras.

La única ventaja que ofrece la desalación es que la materia prima es inagotable y no está sujeta a la pluviometría. Lo que algunos políticos consideran como gran ventaja de la desalación, la "independencia", no es tal, ya que los valores y la práctica de la cooperación y de la solidaridad son necesarios en una nación.⁸

La desalación de agua de mar por ósmosis inversa, que actualmente es la que se considera en España, es compleja y requiere de gran tecnología. Las membranas son objeto de pa-

tentes y dependencia de tecnología externa. Ha habido grandes fracasos con la desalación incluso en países tecnológicamente avanzados. Se han presentado muchos ejemplos en que la rápida colmatación de las membranas de ósmosis inversa ha disparado hasta límites exagerados los costes de operación previstos, como ha ocurrido en la desaladora de Tampa¹⁴ en Florida (Estados Unidos). También en la costa andaluza ha habido problemas importantes y malos antecedentes por dificultades técnicas, económicas o de gestión en grandes desaladoras de agua de mar, como es el caso de las de la Costa del Sol, Carboneras, Almería y otras.¹⁵ Como consecuencia, la seguridad de suministro de agua que en apariencia ofrece la desalación, en la realidad puede no ser tal si se considera la mayor probabilidad de fracaso, fallo técnico o de gestión, tal y como demuestra la experiencia.

El alto consumo energético de la desalación, 2,5 veces superior al trasvase (al que hay que añadir, en su caso, el de los correspondientes bombeos), puede conducir a una situación económica de riesgo, en el actual escenario de precios energéticos absolutamente imprevisibles, si bien siempre al alza. La desalación a gran escala es perjudicial para la política energética nacional, ya que contribuye al desequilibrio de nuestra balanza comercial, y tiene también un efecto negativo en las políticas de medio ambiente, dificultando el cumplimiento del protocolo de Kyoto.

Las aguas procedentes de la desalación son químicamente desequilibradas, con gran acidez y presencia de algunos elementos nocivos, como el boro, tanto para el abastecimiento de poblaciones como para los cultivos, especialmente los cítricos.¹⁶ Necesitan de mezcla con otras aguas o tratamientos de acondicionamiento más complejos y costosos. En poblaciones como Las Palmas, con un alto porcentaje de aguas desaladas, la población no bebe el agua del grifo, por su sabor desagradable.

La salmuera de rechazo de la desalación constituye un elemento contaminante por su concentración en sales y su contenido de productos químicos procedentes de los tratamientos previos. Su vertido al mar en grandes cantidades como residuo de grandes plantas desaladoras requiere un estudio especial de impacto al medio. El aumento de salinidad de las aguas del mar como consecuencia del vertido de salmueras afecta de forma decisiva a algunas especies muy valiosas del mar Mediterráneo, como la *posidonia oceánica*¹⁷ (Fig. 11), muy frecuente en nuestras costas (Fig. 12).

El emplazamiento de grandes instalaciones de desalación en las proximidades de la costa añade además dos inconvenientes importantes. Por una parte, la dificultad de ubicar grandes embalses de regulación como los que exige el regadío, si éste fuera el uso del agua desalada; y por otra, el propio impacto ambiental territorial del emplazamiento de la planta en terrenos de mayor valor como es la costa, impacto que se amplifica notablemente con la necesidad de líneas eléctricas de alta tensión y subestaciones eléctricas transformadoras con grandes potencias.

Aunque es muy difícil establecer un proceso comparativo entre trasvase y desalación, en el cuadro 9 se recoge un resumen de distintos aspectos tratados.



Fig. 11. Pradera de *Posidonia oceanica*.



Fig. 12. Emplazamiento de praderas de *Posidonia oceanica* en el litoral de la Región de Murcia.

CUADRO 9

Comparación trasvase-desalación

Aspecto	Trasvase	Desalación
Vida útil	+ 50 años	15 años
Funcionamiento	Sencillo y Robusto	Complejo
Tecnología	Contrastada	Experimental
Altimetría	Alta cota (500 msnm)	Nivel del mar
Energía	2 kWh/m ²	5 kWh/m ² + bombeos
Estructura del precio	Inversión obra financiable	Gastos de explotación
Coste	0,10-0,30 €/m ²	0,60 €/m ² + bombeos
Calidad del Agua	Aceptable	Desequilibrada
Impacto Ambiental	Aceptable	Gran Impacto
Garantía	Dependencia climática	Materia prima inagotable
Beneficio Ambiental	Recuperación Hídrica	Ninguno
Solidaridad	Sí	No



No obstante lo expuesto anteriormente, es indiscutible que se están produciendo avances importantes en la tecnología de desalación, aunque todavía no lo suficiente como para el aporte anual de un 1 km³ de agua. En este sentido, el PHN consideraba que la desalación es necesaria y puede resolver problemas específicos y puntuales, de refuerzo de suministro, de transitoriedad, de períodos de sequía y en general para ayudar a conseguir una más completa garantía, pero siempre con un carácter de complemento. Así el PHN recogía, en el Anexo II, la relevante cifra de 38 instalaciones de desalación en el área mediterránea, las islas y Melilla.

La experiencia de California¹⁸

California tiene características muy similares a España en algunos aspectos relacionados con la geografía, clima, disponibilidad y usos del agua (Cuadro 10).

En California, como en España, existe un desequilibrio entre la oferta y demanda de recursos (Fig. 13). Allí se corrigen con trasvases de agua; los trasvases suministran 18.800 hm³/año de agua, lo que supone, el 32% del suministro total. En la figura 14 se representan los principales proyectos de trasvases de California, que sirven tanto para abastecimiento de poblaciones como para la agricultura.

CUADRO 10		
Analogías entre España y California		
Aspecto	España	California
Población	40.280.780	35.484.453
Superficie	504.782 km ²	411.015 km ²
Rango de latitud	38-43° Norte	32,5-42° Norte
Clima	Templado / Mediterrán.	Templado / Mediterrán.
Superficie regada	3,34 millones ha	3,92 millones ha
Agua disponible	30.400 hm ³	39.680 hm ³
Demanda / Oferta de agua	Oferta Norte Demanda Sur	Oferta Norte Demanda Sur

Fuente: Howitt, 2003; <http://www.cia.gov/cia/publications/factbook/geos/sp.html>



Figs. 13 y 14. Desequilibrio de oferta/demanda de agua y principales trasvases en California¹⁸ (Fuente: web DWR).

La desalación en California, que tiene una capacidad de abastecimiento de 13 hm³/año (lo que supone el 0,01% de los suministros totales), se efectúa mediante 12 plantas, ubicadas principalmente en el sur, la mayoría con funcionamiento intermitente o inactivas. Actualmente hay otras plantas desaladoras propuestas en California para servir solamente a comunidades costeras. Si se llegaran a construir todas las plantas propuestas el suministro total sería de unos 320 hm³. Es decir, el 0,3% del total.

El caso de la ciudad de Santa Bárbara es muy significativo: tradicionalmente se abastecía mediante aguas superficiales, aguas subterráneas y reutilización. De 1986 a 1991 sufrieron una gran sequía, lo que les llevó a construir una desaladora como fuente de emergencia temporal y un trasvase de aguas desde el norte.¹⁹ La desaladora se finalizó en 1992 y desde esa fecha (fin del período de sequía) está en estado de reserva. El trasvase se terminó en 1997 y funciona desde entonces. Los costes del agua se recogen en el cuadro 11.

En California, Stokes y Horvath²⁰ han elaborado en 2005 un estudio comparativo entre trasvases y desalación, con un análisis del ciclo integral de vida. En los cuadros 12 y 13 se recogen respectivamente los resultados referentes al consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero y

CUADRO 11				
Costos de operación para diferentes recursos de agua (€/m ³) Ciudad de Santa Bárbara				
Trasvase	Desalación	Embalses	Agua subterránea	Reutilización
0,17	0,69	0,03-0,08	0,09	0,06

Fuente: www.santabarbara.gov/Government/Departments/PW/SupplySources.htm

CUADRO 12			
Trasvase vs. desalación Consumo de energía en el ciclo de vida			
Etapa del ciclo de vida	Factores de uso de Energía (kWh/m ³)		Relación Desalación/Trasvase
	Desalación	Trasvase	
Construcción	0,2-0,4	0,1-0,2	2,2
Operación	2,8-4,9	1,1-1,9	2,6
Mantenimiento	1,4-3,4	0,1-0,5	8,3

Fuente: Stokes and Horvath, 2005.

CUADRO 13			
Trasvase vs. desalación Emisiones en el ciclo de vida			
Contaminante	Factores de emisión		
	Desalación	Trasvase	Trasvase/Desalación (%)
GWP (kg CO ₂ eq/m ³)	1,2-2,4	0,5-0,6	31%
SOx (g SOx/m ³)	2,0-4,7	0,4-0,8	18%
NOx (g SOx/m ³)	2,3-4,9	0,8-0,9	24%
PM (g PMx/m ³)	0,3-0,7	0,1-0,2	23%
VOC (g VOC/m ³)	1,0-2,3	0,1-0,2	8%
CO (g CO/m ³)	1,9-4,3	0,8-1,3	34%

Fuente: Stokes and Horvath, 2005.

CUADRO 14		
Trasvase vs. desalación		
Costes de operación		
Fuente de agua		Costes de operación (€/m ³)
Trasvase (1)	Colorado River Aqueduct	0,14
	State Water Project	0,19
Desalación (2)		0,44-0,69

Fuente: (1) Stokes and Horvath, 2005
(2) California Coastal Commission, 2004

otros contaminantes atmosféricos. En el cuadro 14 se recogen también costes de operación comparativos con datos adicionales de otras fuentes.

La experiencia de California se puede concretar en: 1) los trasvases de agua representan la mayor fuente de suministro de agua, 2) la desalación tiene el carácter de fuente complementaria y de respaldo, y 3) los trasvases de agua tienen un menor consumo energético, menores emisiones y menores costos asociados que la desalación.

La modificación del PHN

Habiéndose iniciado la ejecución del PHN (febrero, 2004), el nuevo Gobierno de España decreta una modificación sustancial del mismo (RDL 2/2004), derogando el trasvase del Ebro. Es lo que se ha denominado Programa A.G.U.A.

Esta acción (desplanificadora) sumarisima se efectúa sin un plan hidrológico alternativo y sin más documentación que los cinco folios que ocupa en el BOE el correspondiente Decreto-Ley, además de dos breves memorias, lo que constituye un proceso que no guarda proporción con la trayectoria de la planificación anterior y por tanto arroja dudas sobre el rigor técnico y la bondad de sus planteamientos.²¹

Para llenar el gran vacío que supone esta actuación y justificar la derogación del trasvase del Ebro, de entrada el programa A.G.U.A. invoca una "nueva cultura del agua" (en realidad principios obvios de buena gestión de la demanda y protección del medio ambiente ya contemplados en el PHN, que ahora se radicalizan con un rechazo visceral a las obras hidráulicas). En segundo lugar, pone todo el acento en la desalación de agua de mar como principal fuente de aportación de recursos hídricos; es decir, lo que en el PHN era lo principal (trasvase del Ebro) se suprime y a lo que en éste era un complemento (desalación), ahora se le otorga el carácter de único y principal.

En relación con la cuenca del río Segura, el programa A.G.U.A. contempla una lista (Anexo IV de actuaciones prioritarias y urgentes) con 32 actuaciones, que es la resultante de seleccionar 22 actuaciones de las 71 previstas en el antiguo Anexo II del PHN, a las que ahora se añaden 10 nuevas (Anexo III). Dignas de mención, en cuanto a lo que se añade, son dos nuevas desaladoras y unas actuaciones denominadas literalmente "medidas urgentes para dotar de recursos al Altiplano y Alto Guadalentín"; medidas éstas que hasta la fecha no están definidas.

Es de destacar que este programa A.G.U.A., aprobado en Cortes, no ha sido sometido oficialmente a evaluación ambiental estratégica,²² en contradicción con su aparente funda-

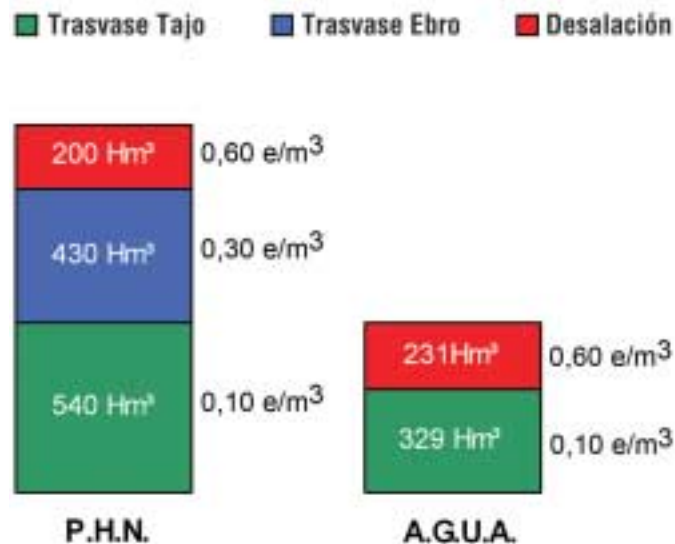


Fig. 15. Previsión de aportaciones externas anuales a la cuenca del Segura.

mento ambiental. En abril de 2005 se ha presentado un Informe de Sostenibilidad Ambiental que intenta justificar a posteriori la bondad ambiental de las decisiones tomadas en 2004 e iniciar oficialmente la referida evaluación.

Apenas transcurrido un año, ya se ha tramitado en las Cortes una segunda modificación del PHN (Ley 11/2005), que básicamente es el anterior Decreto-Ley, con pequeños retoques y una reforma parcial de la Ley de Aguas. En la cuenca del Segura, esta segunda modificación introduce un nuevo elemento perturbador que se acumula a la derogación del trasvase del Ebro y es una minoración del trasvase Tajo-Segura²³; también añade cinco nuevas actuaciones en el Anexo IV, pero sin una repercusión significativa en cuanto a nuevos recursos.

En la figura 15 se muestra un comparativo entre los recursos hídricos externos previstos en el Plan Hidrológico Nacional y el programa A.G.U.A., en el que además se reflejan los precios medios unitarios correspondientes a las distintas fuentes, de acuerdo con lo justificado en este artículo. Se deduce del mismo que las previsiones de suministro de agua en la cuenca del Segura son considerablemente menores y los costes del agua manifiestamente superiores, al reducirse precisamente las fuentes más baratas.

Con el programa A.G.U.A. faltan unos 600 hm³/año, es decir un 30 % de las demandas del Segura. Una situación no sostenible que conduce a un indeseable desorden hídrico, a un progresivo deterioro del medio ambiente y a una pérdida de garantías que amenazan a un 40 % de la superficie regable, unas 100.000 hectáreas de regadíos.

Solo aporta soluciones al abastecimiento del Taibilla, gracias a su naturaleza de sistema general, aunque introduce un encarecimiento del agua con pérdida de competitividad y efectos socioeconómicos desfavorables para el desarrollo regional. En los regadíos, los altos precios de la desalación solo hacen viable su utilización como un recurso complementario (mezcla de aguas) y además en lugares próximos a la costa. La recuperación de acuíferos sobreexplotados y otras acciones de regeneración ambiental son inviables con las aguas de la desalación.



CUADRO 15

Cumplimiento de los objetivos de la planificación hidrológica de la cuenca del Segura		
Objetivo	PHN	A.G.U.A.
Abastecer a la población actual y futura	Sí	Sí*
Garantizar los regadíos existentes	Sí	No
Regenerar el medio ambiente hídrico: acuíferos sobreexplotados, cauces y humedales	Sí	No

*El mayor coste penaliza la competitividad de la economía regional.

El cuadro 15 recoge todas las consideraciones de este estudio y pone de manifiesto que el programa A.G.U.A. es insuficiente y solo representa una solución parcial para la cuenca del Segura.

Además de constituir una solución parcial y encarecer el precio del agua, existe una alta probabilidad de que se retrase su aplicación (el trasvase del Ebro tenía prevista su entrada en servicio en 2008). Las nuevas actuaciones que ahora se intenta planificar requieren unos tiempos de definición y de diseño técnico y unos plazos administrativos de autorizaciones, expropiaciones y licitación pública, que suponen tardanza en ofrecer resultados y con un riesgo de pérdida de financiación europea.⁵

Conclusiones

El trasvase del Ebro constituye una pieza clave de la planificación hidrológica de España. Es la infraestructura idónea a corto, medio y largo plazo para atender las grandes demandas de agua que se producen linealmente distribuidas a lo largo del arco mediterráneo. Es un proyecto viable técnica y económicamente y además (esto es importante) compatible con el

medio ambiente. Es un proyecto susceptible de ampliarse en el futuro con nuevas fuentes, como los bancos de agua,²⁴ las aguas del Ródano²⁵ u otras. Su derogación ha sido el mayor error de la política hidráulica de la historia de España. Se debe recuperar, cuanto antes, la ejecución de este proyecto.

Países de gran prosperidad que tienen zonas áridas y agua suficiente en otras partes, como California, resuelven sus déficit hídricos con sistemas generales de suministro de agua de gran capacidad, fundamentados en las obras hidráulicas convencionales, como son los embalses, conducciones y trasvases, tratados de acuerdo con criterios comúnmente admitidos en los que se sustenta el desarrollo sostenible.

Los planes basados en la desalación masiva de agua de mar no constituyen una alternativa al sistema general de trasvases por su gran coste económico y ambiental. Una decisión relevante en este sentido se ha producido muy recientemente (1995) en Londres, ciudad en la que ha habido un llamativo cambio de planes que ha descartado la desalación a gran escala.²⁶

Sin embargo, la desalación puede desempeñar un papel complementario en la planificación hidrológica, utilizada de forma moderada y en usos en los que el precio del agua no constituya un elemento decisivo.

Sin duda, con algo de tiza y buena pizarra, los conceptos apuntados pueden explicarse con claridad meridiana, no solo bajo el punto de vista técnico y ambiental sino bajo el del estricto y preclaro sentido común, que, salvo excepciones, está al alcance de todos. □

Miguel Ángel Ródenas Cañada y Juan Guillamón Álvarez
Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Notas

- Disponibilidad hídrica del Segura.** La disponibilidad hídrica de la cuenca del Segura queda por debajo de los 1.000 m³/hab/año. Este es el umbral de situación "catastrófica" según el informe *El desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. Agua para todos. Agua para la vida*, ONU, Kyoto, marzo 2003.
- Balanza comercial.** La producción de frutas y hortalizas del arco mediterráneo constituye un elemento positivo en la balanza comercial de España. Solo la Región de Murcia, con el 3% de población de España, representa el 20% de las exportaciones de España, con dos millones de toneladas y 1.313 millones de euros (Fuente: FEPEX 2004). Es una actividad competitiva, que no depende de las subvenciones de la PAC, y comercialmente es sostenible. Su principal amenaza es la falta de agua.
- Limitación de ampliación de zonas regables.** El Plan de Cuenca del Segura, considera fundamental mantener la estructura económica y comercial creada por los regadíos existentes en la actualidad; unos regadíos muy competitivos, necesarios para la alimentación de la UE y con un impacto territorial y ambiental ya amortizado. Esta premisa, en un escenario muy deficitario de agua, tiene una mayor garantía de alcanzarse con una limitación absoluta de ampliación de las zonas regables; así que el Plan de Cuenca impone esta durísima condición. Las posibilidades de fomento de la actividad se limitan a una mayor productividad pero sin incremento de las superficies de riego.
- Transferencias económicas del Tajo-Segura.** Una singularidad del régimen económico-financiero del Tajo-Segura es que las cuotas recaudadas en concepto de amortización de las obras se destinan a la realización de obras hidráulicas en las Comunidades Autónomas de la cuenca cedente, como compensación. Desde 1979 hasta 2004 se han transferido por este concepto 188 millones de euros.
- Financiación de obras hidráulicas.** Con carácter general, para el período 2000-2006, las obras hidráulicas en España pueden contar con ayudas de la UE: Fondos de Cohesión en todo el territorio nacional y fondos FEDER, según categorías de la renta regional. Para el período 2007-2013, la situación cambia para España por la ampliación de la UE. Pierde el derecho a Fondos de Cohesión y también se

reducen drásticamente las ayudas en las regiones de Murcia y Valencia, que se descalifican como Objetivo 1 al superar el 75% del PIB/pc. En este artículo se han fijado, para un estudio comparativo homogéneo, los valores de ayuda previstos por el Ministerio de Medio Ambiente en 2003 para la principal infraestructura del PHN: el trasvase del Ebro (1/3 de la inversión).

- Libro Blanco del Agua en España.** Publicación del Ministerio de Medio Ambiente (1998). Es posiblemente la mejor recopilación del mundo sobre la situación de los recursos hídricos de un Estado. Es una autentica foto "hidráulica" de España con un "píxel" de 1 km x 1 km. Fue redactado a partir de la ingente información elaborada para los planes hidrológicos de cuenca y actualizada con información específica. Difundido ampliamente, sirvió de documento de análisis y debate para formular las bases del PHN.
- Optimización económica de transferencias.** En el anteproyecto de PHN se analizan combinaciones de posibles trasvases. El flujo óptimo desde una perspectiva económica es la opción elegida de trasvase del Ebro, con valores del orden de los 0,30 €/m³, frente a valores superiores a 0,40 euros/m³ que representaban otras posibles combinaciones de Ebro+Duero+Tajo.
- Constitución Española.** Artículo 45.2: "Los poderes públicos velarán por la utilización racional de todos los recursos naturales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de la vida y defender y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva".
- Informe Berkeley.** *A Technical Review of the Spanish National Hydrological Plan (Ebro River Out-Of-Basin Diversion)* (enero 2003). Informe independiente sobre el PHN y el trasvase del Ebro, encargado a petición de la Comisión de la Unión Europea. El equipo redactor fue seleccionado por el Centro de investigación de la UE en Ispra (Italia). Los autores son: Alexander J. Horne, John Dracup y Michael Hanemann (University of California, Berkeley) / Ignacio Rodríguez-Iturbe, Princeton University / Edward Means, McGuire Environmental Consultants Inc., Santa Monica, California / James C. Roth, Private Consultant, San Francisco.

Este informe es un referente imprescindible para un buen conocimiento del proyecto del trasvase del Ebro, que analiza con una rigurosa y amplia visión pluridisciplinar (ingeniería, hidrología, ecología y economía). Concluye con la viabilidad, idoneidad y oportunidad del proyecto para resolver problemas de suministro hídrico y medioambientales del arco mediterráneo. No hay críticas sustanciales al proyecto, si bien establece recomendaciones sobre actuaciones a realizar en su desarrollo y perfeccionamientos metodológicos de detalle.

10. *Antecedentes del trasvase del Ebro*. En 1937 Félix de los Ríos, Director de la Confederación del Ebro, formula un plan (con una gran visión y sentido del interés general), en el que contemplaba el trasvase de 1.260 hm³ /año de aguas del Ebro para mejorar y ampliar riegos desde Tarragona al río Almanzora. Asimismo, en 1967, el Centro de Estudios Hidrográficos planteó también el trasvase de 2.800 hm³/año de aguas del Ebro al arco mediterráneo dentro de un plan maestro de corrección del desequilibrio hidráulico nacional incluido en el Anteproyecto General del Aprovechamiento Conjunto de los Recursos Hidráulicos del Centro y Sureste de España-ATS.
11. *Anteproyecto PHN-1993 (Plan Borrell)*. El también denominado Sistema Integrado de Equilibrio Hidráulico Nacional (SIEHNA) fue informado favorablemente por el CNA (julio 1994). La síntesis del informe sostenía entonces que "los grandes trasvases (...) son imprescindibles, con independencia de cuál sea la evolución futura de las demandas". Era un planteamiento de mucha mayor dimensión que el PHN-2001 y un auténtico plan de fomento (600.000 hectáreas de nuevos regadíos) más que un proyecto de sostenibilidad como el PHN-2001. Repartía esta mayor presión sobre los recursos hídricos de la Península, movilizandolos dos grandes sistemas, Norte-Duero-Tajo y Ebro. Asimismo contemplaba más de una docena de transferencias hídricas; el volumen máximo global de los trasvases previsto era de 3.353 hm³ y el volumen máximo a detracer de la cuenca del Ebro era de 1.642 hm³.
12. *Trasvase y Unión Europea*. Se ha difundido que la Comisión de la UE había rechazado el trasvase del Ebro; es una falsedad. La competencia para aprobar el trasvase del Ebro corresponde en exclusiva al Estado español, aunque, como es obvio, el proyecto debe ajustarse a la legislación europea, cuestión ésta sobre la que la UE no se manifestó oficialmente. En diciembre de 2003 el Gobierno español solicitó a la Comisión las ayudas financieras comunitarias para la construcción del trasvase. La Comisión tampoco llegó a pronunciarse oficialmente sobre este asunto, ya que cuando todavía estaba analizándose la petición, fue derogado el trasvase y retirada la correspondiente solicitud de financiación (2004).
13. *Trasvase y Directiva Marco del Agua*. Se ha difundido que la DMA prohibía los trasvases. Es una falsedad que además demuestra el mayor desconocimiento de su contenido y objetivos, que no son otros que la protección y recuperación del medio ambiente hídrico. En la DMA solo se mencionan una vez los trasvases y ni siquiera es en su articulado, sino en el *Anexo II, apartado 1.4 Identificación de las presiones*, donde se dice que los Estados miembros deben identificar las presiones antropogénicas significativas, entre las que en una larga lista incluye los trasvases. Esto es obvio, y no implica ningún pronunciamiento ni posición de la Directiva, ni a favor ni en contra. En el mismo plano que los trasvases estarían los abastecimientos, los regadíos, los embalses, los encauzamientos, las desaladoras y tantísimas actuaciones que sería imposible enumerar.
14. *Desaladora de Bahía de Tampa*. Instalación promovida por Tampa Bay Water (agencia pública de aguas del Estado de Florida) para aportar un 10% del agua de abastecimiento de la región, que actualmente se abastece de aguas superficiales y subterráneas. Es la desaladora de agua de mar por ósmosis inversa de mayor capacidad de los EE UU, con un volumen de 40 hm³/año y una inversión de 110 millones de dólares. Su construcción se inició en agosto de 2001 y no ha llegado a entrar en servicio por graves problemas en su funcionamiento. Recientemente (2004) se ha adjudicado un concurso para su completa reforma. (Fuente: "St. Petesburg Times", 2 de agosto de 2003).
15. *Grandes desaladoras de agua de mar en Andalucía*. La desalación de agua de mar en la costa andaluza ha estado jalonada de despropósitos y fracasos. 1) La desaladora de *Marbella*, con una capacidad de 20 hm³/año, fue construida en 1997 y aún no ha aportado ni un solo hm³ a junio de 2005; está previsto que funcione en julio 2005. 2) La desaladora de *Carboneras*, la más grande desaladora de agua de mar de Europa, con 42 hm³/año, fue finalizada en 2002 y solo ha trabajado al 8% de su capacidad. 3) La desaladora de *Almería*, con una capacidad de 18 hm³/año, ha estado inactiva hasta ahora aunque se inició su construcción en 1999; parece ser que está prevista su puesta en marcha parcial antes de finales de 2005.
16. *Desequilibrio químico*. Las aguas desaladas por ósmosis inversa, aunque tienen una baja conductividad, presentan un gran desequilibrio químico en relación con las aguas naturales. Es importante el alto contenido en boro en las aguas desaladas (valores superiores a 1 mg/l), ya que las membranas actuales tienen todavía una gran permeabilidad a este elemento. La Directiva 98/83/CE (traspuesta por el RD 140/2003) sobre criterios de calidad de agua de consumo humano no permite estos niveles de más de 1 mg/l. En la agricultura, el principal cultivo mediterráneo, los cítricos y en especial el limón, no tolera valores superiores a 0,5 mg/l. Además se destaca la gran acidez y corrosión correspondiente que provocan las aguas desaladas puras; también se evidencian otros desequilibrios químicos indeseables para los cultivos, como la alta relación sodio/calcio y otros.
17. *Salinidad*. Las aguas del Mediterráneo tienen una salinidad de 37,5 g/l. La salmuera producto de rechazo concentra el contenido de sal aproximadamente al doble. El fuerte incremento de salinidad provoca la deshidratación de las células de los microorganismos marinos afectados. Recientes estudios realizados conjuntamente por diversos organismos españoles plantean dudas sobre las consecuencias que la desalación a gran escala tendrá para el fondo marino. Estos estudios ponen de manifiesto que a partir de 38,4 g/l resultan afectadas las praderas de *Posidonia oceánica*. Es decir, no toleran variaciones de salinidad que supongan un incremento superior a 1 g/l. El problema toma mayor relevancia por el gran tamaño de las plantas desaladoras previstas, en las que el vertido supone un volumen similar al del agua producto. Las praderas de posidonias conforman el ecosistema más importante del Mediterráneo, que alberga más de 400 especies vegetales y más de 1.000 especies animales. Solo en las aguas marinas de la Región de Murcia se emplazan 10.000 hectáreas de estos bosques submarinos.
18. *John A. Dracup*. Las experiencias que se recogen de California han sido extraídas de las conferencias denominadas "Comparación del proyecto de transferencias del Ebro y el Programa A.G.U.A. a la luz de la experiencia en California", celebradas el 5 de mayo de 2005 en Alicante y el 7 de mayo de 2005 en la Real Sociedad Económica de Amigos del País de Murcia, dictadas por John A. Dracup, profesor de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de California, Berkeley.
19. *Santa Bárbara*. Ciudad de 1,5 millones de habitantes situada al noroeste de Los Ángeles. El trasvase de agua suministra 48 hm³ para el condado y 3,7 hm³ para la ciudad. La desaladora tiene una capacidad de 3,7 hm³ y en 2000 era la desaladora de ósmosis inversa mayor de EEUU.
20. *Stokes and Horvath, 2005*. Autores de la tesis "Life-cycle Energy Assessment of Alternative Water Supply Systems". Admitida para publicación en "International Journal of LCA". El estudio se ha realizado sobre dos condados de California que tienen como fuentes de agua desalación, aguas trasvasadas y reutilización.
21. *Planificación hidrológica*. La planificación hidrológica tiene unas características bien distintas a otros planes de infraestructuras. En España, la Ley de Aguas de 1985 estableció un completo proceso participativo, elaborado de abajo a arriba, con los Planes Hidrológicos de Cuenca por los Consejos de Agua de Cuenca, y el Plan Hidrológico Nacional, en los que además el Consejo Nacional del Agua desempeña una acción fundamental de coordinación y participación de las políticas sectoriales y territoriales, antes de su aprobación respectiva por el Gobierno o las Cortes. Por su naturaleza, la planificación hidrológica no puede ser improvisada ni mucho menos sustituida por una simple acción legislativa. La planificación hidrológica constituye el método racional para alcanzar el interés general en materia de aguas. De la planificación dictada por el Gobierno, pueden admitirse dudas respecto a lo acertado de sus objetivos.
22. *Impacto ambiental*. A partir del 21 de julio de 2004 debe ser aplicada obligatoriamente la *Directiva 2001/42/CE relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente*. Esta Directiva obliga a la evaluación ambiental y a que sean tomadas en cuenta las opiniones de autoridades y ciudadanos antes de la aprobación o presentación al procedimiento legislativo del plan o programa. Están sujetos a esta norma los planes o programas de gestión de recursos hídricos. Actualmente no ha sido traspuesta esta Directiva al Estado español.
23. *Modificación del Tajo-Segura*. Se introduce en la segunda modificación del PHN (Ley 11/2005, disposición adicional primera) "el volumen trasvasable desde la cabecera del Tajo se revisará en el futuro, oídas las Comunidades Autónomas afectadas, a medida que el gobierno lleve a cabo las inversiones precisas para que resulten satisfechas las necesidades de la cuenca del Segura".
24. *Trasvase y Bancos de Agua*. La experiencia ha demostrado que los instrumentos de la Ley de Aguas de *cesión de derechos de usos de agua* y de *centros de intercambios de derecho de usos de agua* (o los anunciados *bancos públicos de agua*) son inútiles en el ámbito interno de una cuenca deficitaria como la del Segura. Para que sean viables es preciso disponer de infraestructuras de conexión intercuenas que permitan acceder a "depósitos" importantes de agua que pueda interesar ser cedidos mediante la correspondiente contraprestación económica convenida. La infraestructura del trasvase del Ebro es el único medio de hacer viable este interesantísimo instrumento de gestión del agua, ya que la cuenca del Ebro es el mayor "impositor" potencial de España (5.500 hm³/año de consumos totales, con 800.000 hectáreas de regadíos que pueden ofrecer ahorros importantes con su modernización) y el arco mediterráneo es el principal demandante. La derogación del trasvase del Ebro deja, en la práctica, vacía de contenido la política de los bancos de agua en España.
25. *Otros trasvases*. El PHN-2001 preveía la realización de estudios para incorporar en el sistema hidrológico español otros trasvases ya recogidos en el propio Anteproyecto para obtener recursos hídricos nuevos a más largo plazo (disposición adicional novena del PHN). La existencia de la infraestructura del trasvase del Ebro potencia enormemente esta posibilidad. Así, un ejemplo muy interesante es el trasvase del Ródano (un sistema fluvial que triplica el del río Ebro) a Cataluña, donde la existencia del trasvase del Ebro permitiría aumentar la garantía o incluso atender futuras demandas adicionales en el arco mediterráneo sur (Valencia, Murcia y Andalucía). La derogación del trasvase del Ebro arruina esta posibilidad.
26. *Desaladora de Londres*. Instalación planificada en mayo de 2004 para complementar el abastecimiento de Londres. Iba a ser la primera planta de ósmosis inversa en el Reino Unido y captaría agua salobre tomada en bajamar en el estuario del Támesis; capacidad: 50 hm³/año (150.000 m³/día); presupuesto: 326 millones de euros. En abril de 2005, ha sido descartado el proyecto por un excesivo consumo de energía, por su coste y por su impacto en los hábitats marinos. Ken Livingstone, alcalde de Londres, sentenció: "I am not convinced that a desalination plant is a viable long-term way to ensure London has an adequate supply of water". Está previsto construir un nuevo embalse en el alto Támesis, cerca de Oxford, para recoger los caudales de invierno del río; también se ha previsto un gran plan de sustitución de tuberías para reducir pérdidas. (Fuente: www.news.bbc.co.uk).

