

TRANSFERENCIA DE AGUA ENTRE SISTEMAS DE RECURSOS HIDRÁULICOS

Jay R. Lund, Morris Israel

Dept. de Ingeniería Civil y Medio Ambiente. Universidad de California. EEUU.

(Traducción del original "Water Transfers in Water Resource Systems", publicado en el Journal of Water Resources Planning and Management por ASCE Volumen 121 Número 2, marzo-abril de 1995, publicado con el permiso de los editores)

RESUMEN: Las transferencias de agua son un componente común en muchos sistemas de recursos hidráulicos, y están siendo cada vez más considerados para cubrir la creciente demanda de agua y para amortiguar los efectos de la sequía. Las transferencias pueden presentarse en muchas formas y pueden servir para diferentes propósitos, en el planteamiento y operación de los sistemas de recursos hidráulicos. Sin embargo, para que resulten exitosas, las transferencias de agua deben ser integradas con las medidas tradicionales de gestión de la demanda y mejora del suministro. Esta integración requiere la cooperación entre los diferentes sectores de usuarios del agua, así como la resolución de numerosos temas de tipo técnico e institucional, incluyendo el posible impacto a terceros. Este artículo identifica las muchas formas en que se pueden presentar las transferencias hidráulicas, alguno de los beneficios que puede que generen, y las dificultades y restricciones que se deben superar en su implantación.

INTRODUCCIÓN

Históricamente, los avances en la gestión de los recursos hidráulicos han venido dados por consideraciones de tipo socioeconómico y medioambiental. Desde los años 70, el creciente gasto e impacto medioambiental derivado de desarrollar soluciones tradicionales para el abastecimiento de agua (por ejemplo, los depósitos) han potenciado el uso innovador de las instalaciones existentes (como el uso conjunto y esquemas de bombeo de almacenamientos), y han conducido a mayores esfuerzos para gestionar la demanda. Desde hace unos

años, el crecimiento de la demanda y el aumento de la preocupación por el medio ambiente han llevado a que incluso estas innovaciones proporcionen "beneficios marginales decrecientes". Estas condiciones económicas y medioambientales, combinadas con recientes sequías, han catapultado los esfuerzos para mejorar los tradicionales sistemas de gestión de la demanda y su aumento, y han motivado la reciente consideración del uso de transferencias de agua. El uso de dichas transferencias en muchas partes del país, especialmente en el Oeste, pueden ser vistos como el desarrollo natural de la profesión dedicada a los recursos hidráulicos, que busca explorar e implementar nuevos enfoques en la gestión del agua.

Pueden ser remitidas discusiones sobre el artículo hasta seis meses después de la publicación del mismo. En el caso de ser aceptadas, las discusiones serán publicadas conjuntamente con la respuesta de los autores en el primer número de la revista que aparezca una vez transcurrido el plazo indicado.

Este artículo identifica las diferentes formas de transferencias de las que pueden disponer los gestores hidráulicos y sus aplicaciones en la ingeniería de sistemas de recursos hidráulicos. También se presentan alguno de los problemas técnicos y derivados del planteamiento de transferencias en sistemas reales de recursos hidráulicos. La intención global del artículo es la de proveer las bases conceptuales necesarias para llevar los usos de las transferencias de agua más allá de los presentados por economistas y abogados, y hacia una integración más ingenieril de las transferencias de agua en los sistemas de recursos hidráulicos. La base para este trabajo, es un estudio en profundidad de la reciente actividad de transferencias en California (Lund et al. 1992). El artículo comienza con una breve revisión de ejemplos existentes y aspectos económicos de transferencias de agua.

Ejemplos existentes de transferencias

Aunque las transferencias y el marketing del agua, hoy en día presentan posiciones controvertidas en muchas partes del país, han existido de una u otra forma en muchas partes de los Estados Unidos desde principios de siglo. Por ejemplo, muchas áreas metropolitanas poseen alguna forma de mercado del agua en funcionamiento. La mayoría de estas transferencias implican a un vendedor de gran envergadura, típicamente una gran compañía de aguas, vendiendo agua a numerosas ciudades tanto pequeñas como grandes, así como distritos hidráulicos. Las motivaciones de estas ventas nacen de las economías de escala de la adquisición, la conducción y el tratamiento para uso urbano de agua, así como del legado histórico, al haber sido las ciudades grandes las primeras en tener el mejor, más grande y más barato suministro de agua de muchas regiones. Ambas partes, tanto la gran ciudad, así como las partes suburbanas, salen beneficiadas de estas transferencias en forma de costes de suministro más bajos, mayor fiabilidad de suministro y mayor capacidad y certeza al planear el suministro regional. Sin embargo, aún existe un cierto grado de controversia y conflicto entre las partes afectadas en alguna de estas transferencias (Lund 1988).

El comercio con agua y su transferencia en zonas agrícolas es una práctica que data de la antigüedad. Maass y Anderson (1978) describen una forma de comercio con el agua que ha sido muy efectiva en España desde el siglo 15. Además, existen innumerables transacciones y ventas de agua entre granjeros a lo largo del Oeste de los EEUU. La mayoría de estas transacciones se llevan a cabo dentro de sociedades de

regantes. Estas sociedades están normalmente constituidas de manera informal como cooperativas de agricultores, sin carácter gubernamental. Cada regante tiene una participación del total de agua del que dispone la compañía. El agua puede ser transferida mediante la venta o alquiler de estas acciones a otros agricultores (Hartman y Seastone 1970). Se estima que aproximadamente existen 9200 sociedades de este tipo en el Oeste de los EEUU, con cerca de 1300 de ellas en California (Revesz y Marks 1981).

Otros ejemplos de transferencias de agua existentes han sido presentados por MacDonell (1990), quien recoge recientes transferencias y derechos de agua en 6 estados occidentales entre 1975 y 1984. Esta recopilación reveló la existencia de casi 6000 peticiones de cambio de derechos sobre el agua, principalmente en Colorado, Nuevo Méjico y Utah. La inmensa mayoría de estas peticiones fueron aprobadas por las autoridades estatales. Hay casos adicionales no documentados en los que se han realizado transferencias sin necesidad legal para la aprobación del estado. Por ejemplo, las transferencias de agua entre el Bureau of Reclamation del Proyecto de Central Valley (CVP) generalmente no requieren de la revisión por parte del estado, ya que el Buró es propietario de unos derechos sobre el agua muy generales y flexibles. Entre 1981 y 1988, los contratistas de CVP estuvieron envueltos en mas de 1200 transferencias a corto plazo que supusieron más de $3.7 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ (Gray 1990).

La mayoría de las transferencias que acabamos de describir están confinadas a sectores de agua específicos, y áreas metropolitanas o sistemas de regadío. Sin embargo, el interés más reciente en materia de transferencia de agua, espoleado por las razones económicas y medioambientales que hemos descrito anteriormente, ha ampliado el ámbito de las transferencias tradicionales a otras entre diferentes sectores de agua (por ejemplo del agrícola al urbano). Estas transferencias puede que incluyan muchas partes con diversos puntos de vista, instalaciones, y demandas que están más separadas geográficamente. Puede que también requieran el uso de sistemas de transporte y almacenamiento controlados por partes que ni vendan ni compren el agua. Las controversias y complejidades en la realización de transferencias de agua bajo estas condiciones puede que detuviera inicialmente a los gestores hidráulicos a la hora de elegir esta opción. Sin embargo, con el cambio y dinamismo de la economía y política medioambiental en la gestión del agua, las transferencias de agua ofrecen a los ingenieros la posibilidad de potenciar el comportamiento y la flexibilidad de sus sistemas (Lund et al. 1992).

Teoría económica de las transferencias de agua.

La literatura que une los méritos de los mercados del agua a las transferencias de agua voluntarias es vasta y bien desarrollada (Milliman 1959; Hatman y Seastone 1970; Howe et al. 1986; Brajer et al. 1989). Aunque la teoría económica de las transferencias de agua ha sido tratada con profusión en otras partes, revisaremos algunos de los puntos más importantes para los gestores del agua y aquellos que planeen el uso de transferencias de agua.

Primeramente, aunque las transferencias de agua suelen ser deseables, el rendimiento económico de los mercados del agua suele ser imperfecto cuando se lo compara con el de un mercado ideal. Las condiciones que se requieren para el mercado perfecto son difíciles de obtener, especialmente para un bien como el agua. Alguno de los problemas que uno puede encontrarse son los siguientes (Howe et al. 1986 ; Brajer et al. 1989)

1. Los derechos sobre el agua suelen estar muy mal definidos.
2. Las transferencias de agua suelen tener altos costes.
3. Los mercados del agua frecuentemente están formados por muy pocos compradores y/o vendedores.
4. El agua suele ser cara de trasladar entre los compradores y los vendedores.
5. La comunicación entre compradores y vendedores puede resultar complicada.

No obstante, estas dificultades coinciden con las de otros bienes y servicios normalmente ofrecidos a través de mecanismos de mercado con gran éxito. Estas imperfecciones no son tanto barreras para el uso de mercados de agua como aspectos de consideración cuidadosa para ingenieros y diseñadores de políticas a la hora de considerar sus proposiciones de transferencias de agua.

En segundo lugar, la transferencia de agua puede afectar de manera significativa a terceros que no estén directamente envueltos en dicha transferencia. De hecho, el mayor reto para la implantación de transferencias de agua en el futuro puede que resida en identificar adecuadamente las partes afectadas, mitigando el impacto de una manera adecuada. Todos aquellos sectores que hagan uso del agua pueden ser afectados por transferencias de agua. Algunos de los potenciales terceros en las transferencias de agua son:

1.- Urbanos

- * Usos urbanos aguas abajo
- * Empresas de grandes superficies verdes y sus trabajadores
- * Vendedores de material de jardinería

2.- Rurales

- * Agricultores y ganaderos
- * Empresas de servicios a granjas y sus empleados
- * Vendedores rurales y proveedores de servicios
- * Granjeros aguas abajo
- * Gobiernos locales

3.- Medioambientales

- * Pesca y vida salvaje
- * Afectados por potenciales empobrecimientos de la tierra, sequías extremas e interferencias de pozos
- * Afectados por el deterioro potencial de la calidad del agua subterránea.

4.- General

- * Contribuyentes

El impacto puede ser directo, como en el caso de una reducción de caudal, o secundario, como la pérdida de empleos en el sector agrícola en regiones en las que se decide transferir sus suministros de agua. En *Water* (1992), Howe et al. (1990), y Little y Greider (1983) pueden encontrarse discusiones más detalladas sobre el impacto a terceros de transferencias de agua.

Los impactos primarios a terceros pueden ser a veces paliados mediante legislación. Por ejemplo, los efectos potenciales a terceros debidos a fluctuación de flujos no consumtivos son normalmente eliminados por las regulaciones del estado cuando permiten transferencias solo de agua de uso consumtivo (Gray 1989). Sin embargo, las dificultades para evaluar el uso consumtivo pueden causar impacto a los usuarios de flujos no consumtivos (Ellis y Dumars 1978). De la misma manera, la magnitud relativa de los impactos secundarios es igualmente difícil de determinar de manera exacta, aunque su presencia es innegable. Bajo condiciones económicas ideales de tasa nula de paro y mercados laboral y de materias primas perfectas, los efectos secundarios deberían cancelarse en términos globales. Sin embargo, la existencia de una tasa de paro significativa, condiciones no óptimas laborales y de movilidad de capital e impactos de equidad potencialmente

importantes han elevado los efectos económicos secundarios de las transferencias de agua a una categoría prominente.

Paradójicamente, las transferencias de agua pueden ayudar a los miembros de un grupo en una región, mientras que perjudican a miembros del mismo grupo en otra región. La transferencia de agua desde una región agrícola a otra, disminuirá el empleo y la demanda de servicios agrícolas en la región que vende mientras que los aumenta en la región que compra. De manera similar, la transferencia de aguas subterráneas desde el campo a la ciudad puede tanto beneficiar como perjudicar a la pesca y la vida salvaje. Mediante la reducción del agua a una zona agraria, la calidad del agua aguas abajo de la misma puede que mejore, para beneficio de la pesca y quizá de otros usuarios aguas abajo. También en algunos casos puede haber, por ejemplo, una reducción importante de muertes de peces en la aspiración de las bombas debido a la menor toma de agua. Sin embargo, aunque la humedad en la zona puede mantener un habitat interesante para una posible fauna acuática migratoria, la población de pájaros resultará perjudicada por la desaparición del agua.

Se han propuesto varios mecanismos para mejorar el impacto o compensar a los distintos grupos afectados por las transferencias de agua. Estos mecanismos incluyen (*Water* 1992; "Open" 1992)

1. Transferir impuestos para compensar a terceros perjudicados.
2. Requerir a los transferidores de agua adicional con propósitos medioambientales.
3. Utilizar compensaciones estatales para ayudar las transacciones económicas en las regiones vendedoras de agua.
4. Requerir supervisión pública y aprobación regulatoria y por parte de terceros de las transferencias.
5. Requerir una evaluación previa de impactos a terceros de las transferencias, similar a un informe de impacto medioambiental.
6. Requerir un seguimiento formal de los impactos a terceros.
7. Restricción de las transferencias a aguas "sobrantes".

Un tercer punto importante es que las transferencias de agua pueden surgir desde foros distintos: negociaciones

a dos o más bandas, distintas formas de concursos o subastas y otros medios (Hartman y Seastone 1970; Saleth et al. 1989) Existe por supuesto, la posibilidad de diferentes foros en el proceso de transferencia del agua, usando uno de los foros para establecer un precio y cantidad, con otros foros que realicen labores de revisión técnica y legal de las proposiciones de transferencia. EL foro o mecanismo institucional bajo el cual las transferencias de agua se desarrollen, supervisen y aprueben puede afectar de manera substancial el número, tipo y detalles de las transferencias que de hecho se producen, y es especialmente importante para la consideración de impactos a terceros (Nunn e Ingram 1988; Little y Greider 1983).

TIPOS DE ACUERDOS RELATIVOS A TRANSFERENCIA DE AGUAS

Las transferencias de agua se presentan de muy diversas maneras.

1. Transferencias permanentes
2. Transferencias de contingencia / opciones de años secos
 - . A largo plazo
 - . A medio plazo
 - . A corto plazo
3. Transferencias en mercados puntuales
- 4.- Bancos de agua
5. Transferencias de aguas rehabilitadas, conservadas y sobrantes
6. Intercambios de aguas
 - . Intercambio operacional
 - . Intercambio para el almacenamiento del agua
 - . Comercio de aguas de diferentes calidades
 - . Intercambio estacional
 - . Intercambio para satisfacer restricciones medioambientales.

Las necesidades específicas de las partes que venden y compran el agua puede que dicten el tipo de transferencia buscado y el foro en el que tienen lugar los acuerdos para dicha transferencia. Sin embargo, la legislación existente y las recientes experiencias en transferencias también serán importantes a la hora de seleccionar la forma más apropiada de transferencia. Cada forma de transferencia puede tener un uso distinto en la manera en que se opera el sistema, y tiene diferentes ventajas e inconvenientes para compradores,

vendedores y otros grupos (Lund et al. 1992). Los diversos usos y beneficios asociados a las transferencias de agua son:

1. Para satisfacer la demanda directamente y reducir los costes

- Utilizar agua transferida para satisfacer la demanda, ya sea permanentemente o durante período de sequía.
- Utilizar agua comprada para evitar los mayores costes de desarrollar nuevas fuentes.
- Utilizar agua comprada para evitar los costes constantemente crecientes de las medidas de gestión de la demanda.
- Utilizar el almacenamiento estacional de agua transferida para reducir la necesidad de capacidades pico.
- Utilizar las transferencias de contingencia de sequías para reducir la necesidad de instalaciones de almacenamiento interanual.
- Intercambiar aguas de baja calidad por aguas de mayor calidad para reducir los costes de tratamiento.

2. Para mejorar la Habilidad del sistema

- Utilizar de manera directa el agua transferida para evitar el agotamiento de las reservas.
- Utilizar el almacenamiento interanual del agua transferida para mantener las reservas de almacenamiento.
- Utilizar contratos de contingencia de sequías para tener agua disponible durante años secos.
- Utilizar intercambio de agua para disponer de ella durante años secos.

3. Para mejorar la calidad del agua

- Intercambiar agua de baja calidad por agua de calidad mas alta para reducir la preocupación por la calidad del agua.
- Comprar agua para evitar la escorrentía agrícola.

4. Para satisfacer las restricciones medioambientales.

- Comprar agua para satisfacer restricciones medioambientales.

- Utilizar intercambio de agua para satisfacer restricciones medioambientales.
- Utilizar transferencias de agua para evitar impactos medioambientales de una nueva capacidad de suministro.

Además, las transferencias de agua, como muchas otras formas de diversificación de agua, incrementan la flexibilidad de operación de un sistema de agua particularmente en respuesta a una sequía. Esta flexibilidad permite nuevas formas de operación que no podrían conseguirse de no ser por las transferencias, y en muchos casos, permite la modificación en la operación de un sistema de forma rápida. La siguiente argumentación sobre los tipos de transferencias, se centra en los posibles usos y los beneficios asociados de cada uno de ellos.

Transferencias permanentes.

Una transferencia permanente implica una adquisición de los derechos sobre el agua y un cambio en la propiedad de los mismos. Las transferencias permanentes constituyen una manera de aumentar el suministro y cumplir muchos de los objetivos que implican los proyectos de expansión, incluyendo el uso directo para satisfacer la demanda y la mejora de la fiabilidad del sistema. En algunos casos, el uso directo de agua permanentemente transferida puede retrasar la implementación de medidas de gestión de la demanda, cuyo coste es siempre creciente, o las necesidades de expansión del sistema. Sin embargo esto tiene la ventaja de evitar, o al menos retrasar, los posibles impactos medioambientales asociados con la construcción.

La mayoría de las transferencias permanentes implican la compra de derechos de agua agrícola por intereses urbanos. Estas transferencias pueden implicar el cambio de los cultivos de regadío por los de secano, el barbecho inmediato o gradual de la tierra de cultivo, la sustitución de los suministros de agua de riego por otras fuentes de menor calidad (desde un punto de vista de uso urbano), o la devolución del agua transferida de vuelta al agricultor durante años húmedos en los que los suministros urbanos sean abundantes. Otra forma de transferencia permanente, común en Arizona es aquella en la que el promotor adquiere derechos sobre el agua subterránea asociados a zonas recientemente desarrolladas, antiguamente tierras suburbanas agrícolas. Algunas de las ciudades de Arizona han previsto que para que cualquier tipo de nuevos desarrollos suburbanos sean anexados, es condición necesaria la cesión de dichos derechos (MacDonell 1990). De esta manera se ligan los

cambios en el uso de la tierra a los cambios en el uso del agua, y no requiere que los derechos sobre el agua se desliguen de los derechos sobre la tierra, lo que a veces supone dificultades tanto políticas como legales.

Transferencias Eventuales/Opciones en años secos

En muchos casos, los compradores potenciales de agua están menos interesados en adquirir unos derechos permanentes y más en incrementar la fiabilidad de sus sistemas de distribución de agua durante sequías, interrupciones de suministro debidas a terremotos, inundaciones, contaminación o fallo mecánico, o durante periodos de una demanda inusualmente elevada. En estos casos, las transferencias temporales con carácter eventual para periodos de escasez pueden ser deseables. El horizonte temporal adecuado y las condiciones para el acuerdo de una transferencia eventual dependerán de alguna manera de cada una de las fuentes de falta de fiabilidad que el comprador quiera eliminar. Por ejemplo, la temporización de la puesta en marcha del mecanismo de urgencia para un terremoto será normalmente muy diferente de la del mecanismo de respuesta a una sequía. Sin embargo los contratos eventual para mitigar la sequía es seguramente mejor hacerlos con los propietarios de los derechos originales sobre el agua, ya que son menos propensos a sufrir restricciones en caso de sequía. Por otra parte, la creciente fiabilidad del agua proveniente de dichos derechos produce un incremento en el valor de mercado de los mismos (Lund et al. 1992; *Water* 1992). Uno de los importantes beneficios de las transferencias de contingencia es que los acuerdos a largo plazo permiten análisis más profundos y la mitigación de impactos a terceros.

El horizonte temporal de las transferencias eventuales es importante. Los acuerdos para transferencias eventuales pueden establecerse de manera que duren varias décadas. De esta manera cada parte tiene la seguridad a largo plazo de los términos y las condiciones de disponibilidad del agua. Dichos acuerdos a largo plazo pueden ayudar a un abastecimiento urbano a modificar las reglas de descarga de un depósito de almacenamiento, de manera que se mantenga una menor capacidad frente a sequía, de la que de otra manera sería necesaria, o reducir la necesidad de desarrollo de nuevas fuentes. Los acuerdos a largo plazo también pueden aportar flexibilidad en aquellos sitios en los que la demanda futura no se ajuste a las expectativas. Sin embargo, la cesión a largo plazo de agua implica un cierto riesgo para el comprador en el caso de que la demanda llegue o supere las expectativas actuales. Los préstamos a largo plazo o las transferencias de contingencia permiten a los propietarios de los

derechos sobre el agua flexibilidad de inversión a largo plazo anticipándose a posibles aumentos en los caudales prestados o cuyos derechos son vendidos.

Los contratos de transferencias eventuales a medio plazo (3-10 años) pueden emplearse para ayudar a reducir la susceptibilidad del sistema del comprador a la sequía durante el período previo a la construcción o adquisición de nuevos suministros. Los de corto plazo (1-2 años) pueden ser utilizados en el transcurso de una sequía por una compañía de agua con su capacidad agotada, que se prepara para la posibilidad de que la sequía pueda durar uno o dos años más. Este tipo de contrato de transferencia eventual a corto plazo permitiría al comprador tener comprometido el suministro en caso de extrema vulnerabilidad de sus sistema.

Las ventajas de las transferencias eventuales para el vendedor, normalmente intereses agrícolas, son la inmediata entrada de efectivo cuando la compra se realiza, las ganancias adicionales en el caso de que una transferencia eventual sea requerida, y una mayor habilidad para poder predecir las condiciones y temporización de las transferencias, en lugar de confiar en las variaciones de la temporización, precio y cantidad que marque el mercado del agua.

La venta potencial de agua por parte de agricultores durante una sequía tiene efecto sobre la necesidad de aguas subterráneas (si de hecho es una fuente alternativa de agua) y requiere operar de manera especial en las instalaciones de extracción y almacenamiento. La habilidad de los agricultores para vender el agua también puede tener efecto sobre las curvas de reglas de decisión que utilizan los suministradores de agua agrícola para destinar agua almacenada a los agricultores durante sequías de más de un año. Tal vez un almacenamiento interanual adicional por parte de los suministradores de agua agrícola puede incrementar los ingresos de las fincas más que continuar con las actuales reglas de operación de reservas, ya que crearían una mayor escasez de agua y mayores ingresos por transferencias de agua durante los años de sequía. Se pueden extrapolar el mismo tipo de conclusiones para el uso interanual de almacenamiento de agua subterránea.

Transferencias en mercados puntuales

Las transferencias en mercados puntuales son transferencias o cesiones a corto plazo, típicamente acordados y completados dentro del mismo año hidráulico. Sin embargo, no hay nada que prevenga la formación de un "mercado futuro" para el agua en el

que el agua se presta a corto plazo para el año siguiente. Las transferencias en mercados puntuales se establecen normalmente mediante un proceso parecido a una subasta, en la que algunas de las condiciones de la transferencia están fijadas (por ejemplo precio, cantidad). Sin embargo, las transferencias en mercados puntuales pueden surgir en negociaciones entre individuos o grupos de compradores y vendedores. Una amplia variedad de reglas de negociación para las transferencias en mercados puntuales se han examinado sobre unas bases teóricas, y a través del uso de la simulación (Saleth et al. 1991). Estos resultados ilustran la importancia de las reglas de negociación cuando el número de compradores y vendedores es pequeño, por debajo de una docena de participantes. Para mercados puntuales grandes, los efectos de unas reglas de negociación particulares son difuminados por la competencia entre compradores y vendedores.

Las compras en mercados puntuales pueden ser ventajosas tanto en años húmedos como en años secos. Durante períodos de sequía, las transferencias a corto plazo pueden buscarse para que directamente satisfagan la demanda, especialmente la demanda que aun no se ha cubierto tras la implementación de las tradicionales medidas de conservación de agua de sequía y aumento del suministro. Con relación a las transferencias permanentes, las transferencias temporales usadas para satisfacer la demanda directamente, pueden tener la ventaja de retrasar o evitar los costes de desarrollar nuevas fuentes de suministro o implementar medidas más restrictivas de gestión de la demanda.

En años húmedos, el agua comprada a través de un mercado puntual puede ser almacenada en depósitos o acuíferos como almacenamiento interanual. De esta manera se mejora la respuesta del sistema durante los años de sequía ya que la cantidad de agua almacenada disponible durante la sequía es mayor. El almacenamiento interanual de agua transferida es particularmente recomendable cuando se adquiere el agua de propietarios de derechos secundarios sobre el agua. Los derechos secundarios sobre el agua son normalmente menos caros que los derechos originales, aunque puede que solo estén disponibles durante años relativamente húmedos. Sin embargo, el almacenamiento del agua transferida durante años húmedos, puede requerir de superficie adicional o capacidad de almacenamiento de agua subterránea, y está sujeto a pérdidas por evaporación y filtración así como a los costes derivados de un almacenamiento. Este enfoque también puede funcionar para almacenamiento en el mismo año.

Bancos de Agua

Los bancos de agua son una forma bastante restringida de mercado puntual que opera un banquero central. Los usuarios venden agua al banco a un precio fijo y la compran a un precio mayor fijo. La diferencia entre los precios normalmente sirve para cubrir los costes administrativos y técnicos del banco. La respuesta de cada uno de los usuarios al banco y su involucramiento en el mercado está grandemente restringido a la cantidad de agua que están dispuestos a vender o comprar a un precio fijo.

Los Bancos de Agua de Emergencia de California de 1991 y 1992 son ejemplos de bancos de agua o mercados puntuales en los que los términos y precios de la transferencia se fijan relativamente, con el Estado actuando como banquero (1991 *Drought* 1992; Howilt et al. 1992). Un banco de agua similar, aunque más pequeño, se estableció en el condado Solano, California (Lund et al. 1992). En regiones agrícolas, es habitual que los bancos de agua existan en grandes sistemas de riego. En muchos de los bancos existentes, los compradores tan solo evitan el coste de comprar agua que no necesitan del sistema. En estos casos los compradores pagan precios normales por el agua más algunos costes administrativos (*Water* 1992; Gray 1990).

En aquellos lugares en los que se han establecido mercados puntuales o transferencias de bancos de agua, como en California, las agencias de todo tipo es probable que aparezcan, ya sea para comprar o vender agua (Lund et al. 1992; Israel y Lund, in press). La existencia de mercados puntuales y de bancos de agua durante las sequías incentiva a los proveedores de agua urbana a que dependan un poco menos de otras formas más caras de expansión convencional de almacenamiento del suministro de agua y la conservación del agua en su planificación. También puede que se potencie el desarrollo de diseños diferentes para las nuevas instalaciones o nuevos modos de operación de las instalaciones ya existentes. Para los distritos de agua agrícolas, la existencia de bancos de agua y mercados puntuales durante una sequía tiene implicaciones a la hora de apalabrar contratos de suministro de agua y la gestión del agua y de las tierras de cultivo durante una sequía.

Intercambio

En la industria de la energía eléctrica, la energía circula a través del sistema de distribución entre las compañías eléctricas y las centrales para que la electricidad resulte menos cara y más fiable. Con el agua se puede intercambiar de una manera similar a través de la red

de distribución e instalaciones de almacenamiento para mejorar el rendimiento del sistema de gestión del agua. De nuevo, estos movimientos de agua requieren la transferencia institucional de agua entre los usuarios y las agencias. Existen varias formas de realizar estas circulaciones o intercambios de agua (Lund et al. 1992).

Algunas veces, el coste de traslado del agua o las pérdidas inherentes a dicho transporte pueden ser reducidos realizando la conducción del agua a través de sistemas de distribución y almacenamiento controlados por otros, un ejemplo podría ser utilizar la capacidad adicional de transporte de un canal de otra agencia cuya línea sea paralela al nuestro propiedad de otra agencia, en lugar de incrementar nuestra propia capacidad de transporte. Las diferencias en los rendimientos en el bombeo también pueden motivar el intercambio entre sistemas de distribución. Consideraciones similares se pueden aplicar a decisiones concernientes al lugar donde el agua tiene que ser almacenada durante una sequía, cuando los diferentes depósitos tienen diferentes características de evaporación y filtración (Kelly 1986), o en el caso de que la distribución de los saltos hidráulicos sea considerable para las diferentes opciones de almacenamiento.

El intercambio estacional de agua es habitual entre regiones agrícolas en las que las diferentes sub-áreas tienen demandas complementarias de agua en el tiempo. Esto puede dar oportunidades a un usuario de agua para que intercambie agua con otro usuario durante la estación de baja demanda del primero, a cambio de agua durante la sesión de mayor demanda.

También, mediante el pago a agricultores para que no hagan efectivos sus derechos sobre el agua, el agua no consumida resulta disponible aguas abajo para otros usuarios. Este mecanismo es especialmente aplicable a derechos propios de las tierras colindantes con el cauce del río que no pueden ser separadas de las mismas (Lund et al. 1992). Otra de las aplicaciones de los intercambios para satisfacer restricciones medioambientales podría suponer el uso de las instalaciones de almacenamiento para aumentar el caudal de las corrientes de aporte cuando se desee, habiendo sido la demanda satisfecha anteriormente usando otros depósitos o aguas subterráneas.

En muchos casos, la historia ha dotado a usuarios agrícolas de derechos sobre aguas de gran calidad para el riego, mientras que los nuevos desarrollos urbanos tienen que conformarse con las restantes fuentes de menor calidad. En estos casos los costes adicionales de

tratar el agua de baja calidad para el uso urbano suelen ser mucho mayores que aquellos derivados de cosechas ligeramente menos abundantes derivadas del uso de agua de menor calidad. Dados unos costes razonables de transporte, suelen ser deseables los intercambios basados en la calidad del agua entre usuarios urbanos y agrícolas. Los usuarios urbanos suelen poder permitirse estos intercambios sobre bases desiguales, intercambiando un mayor volumen de agua de baja calidad por una cantidad menor de agua de calidad alta, o dar un incentivo económico para un intercambio equitativo de volúmenes. Las aguas de baja calidad también pueden ser intercambiadas para usos medioambientales de recargo de acuíferos o mantenimiento del habitat (Lund et al. 1992).

TRANSFERENCIAS DE AGUA DEPURADA, AHORRADA Y EXCEDENTE.

Aunque no siempre se reconozca como tal, la compra de excedentes de agua procedentes de una depuración o simplemente como consecuencia de una reducción en la demanda es una forma de transferencia de agua. Gran cantidad de compañías urbanas han empezado a recomprar el agua de sus clientes. Estos esquemas suelen implicar descuentos a los clientes a cambio de la instalación de inodoros de bajo caudal o la eliminación de zonas ajardinadas que requieran mucha agua. (Landscape 1988). Algunas ciudades han desarrollado planes inteligentes en los que las transferencias de agua se realizan entre su base de clientes. Por ejemplo en Morro Bay, California, existe un plan mediante el cual los promotores pueden recibir permisos de alta en la red de agua si consiguen una reducción igual o mayor mediante ajustes en fontanería, jardines u otras medidas. (Lauren 1992).

Las áreas urbanas han puesto interés en la conservación del agua de riego para que haya agua adicional para los abastecimientos urbanos. Esto se ha conseguido primordialmente mediante la creación de canales de riego. Por ejemplo, el transvase entre el Imperial Irrigation District (IID) y el Metropolitan Water District of Southern California (MWD) implica un contrato a 35 años de pagos del MWD para la construcción de canales y otras mejoras en el sistema de infraestructuras de riego del IID, a cambio del agua ahorrada gracias a estas mejoras. El ahorro estimado es de 123'3x106 m3/año de los abastecimientos del Río Colorado de IID (Gray 1993; Sergeant 1990). Este enfoque puede tener ventajas adicionales donde las filtraciones y drenaje agrícolas han causado problemas de calidad o exceso de riego, pero pueden crear problemas adicionales en aquellos lugares en los que se usa la filtración en canales para recargar las aguas subterráneas.

IMPLEMENTANDO LAS TRANSFERENCIAS DE AGUA

Tal vez la implicación más importante al planificar transferencias de agua es la necesidad de aumentar la integración y cooperación entre los diversos usuarios de agua. Por razones económicas, la mayor parte del agua para transferencias provendrá de usuarios agrícolas, y mucha de este agua irá a usuarios urbanos y tal vez medioambientales. Por lo tanto, cualquier planificación de una transferencia de agua implica de una manera implícita a suministros urbanos, agrícolas y medioambientales. Dado que la tendencia a buscar e implementar transferencias de agua continúa, será cada vez menos posible, y menos deseable, para las regiones o distritos agrícolas o urbanos el planificar y gestionar sus suministros de agua independientemente. Esta coordinación necesaria a la hora de planificar y gestionar entre agencias del agua funcionalmente diversas implicará negociaciones potencialmente largas y controvertidas, al menos para lograr acuerdos a largo plazo.

De manera adicional, si las transferencias intersectoriales e interregionales van a resultar componentes significativas de la planificación a largo plazo de los recursos hidráulicos, deber ser integradas junto a medidas tradicionales de mejora del suministro y de gestión de la demanda. Dada la compleja naturaleza de muchos de los sistemas de recursos hidráulicos y la gran variedad de las posibles diferentes transferencias, parece claro que será necesario algún tipo de modelización por ordenador para conseguir la integración de las transferencias con el resto de medidas de gestión del agua.

La mayoría de las grandes abastecimientos de agua ya poseen una capacidad notable de modelización. Sin embargo, la mayoría de los modelos son específicos de sistemas individuales, de acuerdo con las necesidades de las medidas tradicionales de abastecimiento y conservación del agua que pueden ser implementadas en un solo sistema. La integración de las transferencias de agua es probable que requiera modificaciones importantes en dichos sistemas para permitir el examen explícito de intercambios y transferencias a corto y largo plazo. Las transferencias de agua también promueven una consideración más explícita de la naturaleza económica de las operaciones de abastecimiento de agua en la modelización del sistema. Los modelos de sistema que consideren las opciones de transferencias así como las expansiones y modificaciones de fuentes de abastecimiento y su conservación deberán ofrecer otras medidas económicas útiles de rendimiento además de las

medidas tradicionales. Varias agencias e investigadores académicos han comenzado ya dichos esfuerzos (Lund y Israel; Smith y Marin 1993).

La naturaleza económica del diseño de las transferencias de agua y su integración con otras medidas de gestión del abastecimiento promueve el uso de modelos de optimización, en los que el mismo modelo sugiere prometedoras combinaciones de transferencias, construcción y conservación del agua. Aunque de una mayor dificultad técnica y aún algo inexacta, la modelización vía optimización puede ayudar a identificar soluciones virtualmente prometedoras que pueden ser estudiadas con más detalle mediante modelos de simulación. La bondad de la optimización económica (o simulación) de sistemas de recursos hidráulicos con transferencias de agua requiere de estudios técnicos estimen el valor de los diferentes usos y cantidades de agua, así como la predisposición para pagarlos.

Durante la sequía en California de 1987-1992, en la que las transferencias de agua se fomentaron e implantaron activamente, tanto las infraestructuras de abastecimiento tradicional como las estrategias de gestión de la demanda continuaron teniendo una gran importancia, aunque con papeles modificados, en la gestión del agua (Israel y Lund, 1995). Algunos detalles a cerca de como la integración puede funcionar, y diversas áreas específicas de preocupación a la hora de implementar transferencias de agua, se discuten ahora.

TRANSFERIBILIDAD LEGAL DEL AGUA

La transferibilidad legal del agua es una consideración capital a la hora de diseñar transferencias de agua. La legislación correspondiente a la transferibilidad del agua cambiará según el estado, y puede variar con el tiempo dentro de un mismo estado conforme evolucionan las leyes de dicho estado sobre el agua. En California hay fuertes directrices que promueven las transferencias de agua (Gray 1989; Sargent 1990) aunque las restricciones legales siguen constituyendo una amenaza significativa para las mismas. Las consideraciones legales son particularmente importantes cuando una transferencia propuesta implica cambios en las condiciones estipuladas por el derecho original, tales como el uso, lugar de uso o los tiempos de extracción. El tipo de derecho sobre el agua que se transfiere también es importante. Los derechos de las tierras colindantes a un río, por ejemplo, no son transferibles por lo general fuera de su ubicación inicial, y la transferibilidad de los derechos sobre aguas subterráneas varía sustancialmente de estado a estado.

Los diferentes tipos de contratos de agua necesitan distintos requerimientos de transferibilidad. En California, muchos contratos estipulan que toda agua no usada por un contratante revierte a la otra parte, mientras que hay otros que estipulan que el agua no puede salir de un distrito sino que debe ser transferida dentro del propio distrito a cierto coste. Este tipo de condiciones reduce la posibilidad y la incentivación de los contralistas para vender agua excedente o conservada (Sergent 1990, Gray 1989).

Las transferencias de emergencia a corto plazo, pueden ser aprobadas e implantadas rápidamente, siempre que haya suficiente flexibilidad en el sistema de transporte y almacenamiento así como suficiente disponibilidad por parte de los gestores del agua. Muchas veces existe legislación que reduce o elimina las barreras para las transferencias en caso de sequía u otras condiciones de emergencia. Este fue el caso con los California Drought Emergency Water Banks (Bancos de Agua de Emergencia de Sequía de California) en 1991 y 1992 (1991 Draught 1992). Sin embargo, las transferencias planificadas a largo plazo, tales como opciones en años secos y transferencias de agua permanentes, suelen tener muchas más dificultades legales y económicas. Muchas de las transferencias a más largo plazo que requieren el almacenamiento del agua sobrante durante años húmedos, también implican temas legales complejos (Getches 1990), sobre todo para el almacenamiento de agua subterránea (Celetzinger 1988). Los costes, retrasos y riesgos que implican salvar estos obstáculos puede inducir a las agencias a no considerar o, participar en transferencias de agua.

AGUA TRANSFERIDA Y AGUA CONTRATADA

En aquellos lugares en los que las transferencias de agua están motivadas por escasez real, la transferencia de agua en el contrato debe corresponder exactamente con la transferencia de agua que finalmente se lleva a cabo. La diferencia entre ambos a veces se conoce como la que existe entre el agua real (la que llega realmente al comprador) y el agua contratada. Asociar cantidades de agua sobre el papel a agua real es un problema técnicamente complicado. En el caso de transferencias provenientes de fincas, los agricultores no suelen saber con exactitud cuanta agua real usan o cuanta quedaría disponible si barbecharan la tierra o alterasen los ciclos de cosecha (Ellis y DuMars 1978). Incluso cuando se realizan mediciones de estas cantidades, suelen ser incorrectas.

A medida que el agua se mueve a través de un sistema complicado de conducción y almacenamiento, hay pérdidas por filtraciones y evaporación, extracciones y/o

flujos de retorno de otros usuarios, y aportes naturales aguas abajo. Todos estos factores complican la estimación de cuánta agua hay físicamente disponible por el receptor de una transferencia si el emisor tiene uso restringido de una cierta cantidad. Otro de los problemas al relacionar agua que figura en el contrato con agua real es establecer la independencia o interdependencia hidrológica de las fuentes de agua. Este suele ser un problema común donde el agua subterránea bombeada puede inducir a la recarga a partir de agua superficial cercana.

Parece que sería necesario, en aquellos lugares con muchos compradores y vendedores de agua, ciertos standards o involucramiento del gobierno para relacionar el agua real transferida a la especificada sobre el papel (Blomquist 1992). Sin esa contabilidad estandar, las cantidades de agua que figura en el contrato suelen ser mayores que la cantidad disponible, generando extracciones excesivas por parte de los usuarios en detrimento de los usuarios aguas abajo o aquellos que no han acordado transferencia alguna. Esta situación se dará para transferencias de cualquier tipo de uso. El resultado anticipable serán litigios y llamadas a una mayor regulación de las transferencias.

CONDUCCIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO

La mera compra de agua no suele ser suficiente para efectuar una transferencia. El agua transferida debe ser conducida y bombeada a otro destino, a menudo almacenada y usualmente tratada. Dado que tanto las transferencias de emergencia a corto plazo como las a largo plazo pueden requerir la modificación de la estructura de gestión existente, puede que sea necesario un gran trabajo para coordinar el uso de los sistemas de conducción, almacenamiento y tratamiento. El reto planteado puede ser importante ya que estas instalaciones están normalmente diseñadas para operaciones muy distintas. En algunas ocasiones, los canales deben ser utilizados al revés, el agua tiene que fluir al revés a través de bombas, y las plantas de tratamiento tienen que tratar aguas de calidades distintas a los de sus especificaciones de diseño. La construcción de otras instalaciones adicionales, por tanto, también puede ser necesaria.

Las dificultades encontradas en San Francisco ilustran las tradicionales limitaciones ingenieriles y las preocupaciones sobre el uso de las transferencias de agua a la hora de planificar y gestionar un sistema (Lougee 1991; Lund et al. 1992). San Francisco compró 50000 acres.pie (1 acre.pie= 1283 m³) al Banco de Agua de Sequía de California de 1991, pero su planta de

tratamiento no era capaz de aceptar más que un caudal determinado del Delta Sacramento-San Joaquín. El agua del Delta es de menor calidad que el abastecimiento normal de Sierra de San Francisco, y la mezcla de las aguas en proporciones superiores a un valor dado incrementaba la posibilidad de formación de Trihalometano. Esta limitación forzó a almacenar gran parte del agua transferida en instalaciones del estado, aportándola poco a poco a la planta de tratamiento de San Francisco. El Distrito de Utilidades Municipales de East Bay, en California (EBMUD), se enfrentó a limitaciones de calidad similares para tratar el agua transferida, que junto a otras limitaciones al efectuar la transferencia, llevaron al EBMUD a evitar el uso de agua transferida y confiar más en las medidas de conservación de agua urbana.

Las transferencias de agua tienen mayores probabilidades de tener éxito en regiones con un sistema extenso de conducciones e instalaciones de almacenamiento y con operaciones bien coordinadas. Los lugares con escasa infraestructura de almacenamiento y transporte del agua tendrán limitado su potencial para efectuar transferencias, si no se desarrollan operaciones creativas o instalaciones de almacenamiento y transporte. La coordinación y ejecución física de las transferencias de agua será más difícil, y tal vez imposible, si las agencias que controlan los componentes más importantes de las conducciones y depósitos de una región eligen no participar en las transferencias, están restringidas legalmente para hacerlo o lo hacen de manera limitada.

CONTRATOS Y ACUERDOS

La transferencia legal de agua se efectúa normalmente por contratos que deben especificar una serie de condiciones logísticas y financieras de la transacción. Entre los detalles logísticos y fiscales que se deben especificar se encuentran: (1) La ubicación y temporización de la recogida del agua del vendedor; (2) El precio fijo o variable del agua; (3) La cantidad fija o variable de agua, y potencialmente (4) la calidad del agua. Las responsabilidades de la ejecución del contrato y aquellas derivadas del fallo en su ejecución pueden ser incluidas también.

En las situaciones en las que el agua no puede ser transportada directamente entre el comprador y el vendedor, los acuerdos con otras entidades se hacen necesarios, ya sea para utilizar sus instalaciones de conducción (bombas o acueductos) o para coordinar el transporte del agua transferida a través de vías naturales de agua, dentro de las limitaciones medioambientales (Lougee 1991). De manera similar, las instalaciones propiedad de entidades que no están relacionadas directamente con la transferencia pueden ser necesitadas

para almacenar el agua transferida hasta su uso. Esto requerirá frecuentemente de acuerdos o contratos para el almacenamiento del agua con agencias que dispongan de las instalaciones adecuadas. Cuando el agua se almacena en acuíferos, serán necesarias instalaciones de recarga y bombeo, y los acuerdos con los propietarios de las tierras por encima de los mismos son habituales (Kletzing 1988). De manera similar, puede que se requieran arreglos contractuales para el tratamiento del agua transferida.

PRECIO, COSTES DE TRANSACCIÓN Y RIESGOS

Tal y como se demostró mediante los Bancos de Agua de Sequía de California, tanto los compradores como los vendedores pueden ser bastante sensibles al precio establecido para el agua (Lund et al. 1992). A menores precios, hay menos vendedores dispuestos a vender y una gran demanda de agua por parte de agricultores. Precios más altos animan a los vendedores pero tienden a excluir a potenciales compradores agrícolas. El precio impuesto por el mercado, a través de negociaciones, o por un banco de agua gubernamental tiene importantes implicaciones para el carácter y número de las transferencias resultantes.

El coste del agua para un usuario incluye más factores que el simple precio de compra. Tal y como se comentó previamente, gran parte del trabajo de establecer transferencias exitosas consiste en resolver el transporte, almacenamiento y tal vez el tratamiento del agua transferida. En algunos casos, los costes de estas actividades puede que excedan el coste del agua. Por ejemplo, en 1991 San Francisco compró $18'5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ al Placer County a un precio de 36\$ por cada 1000 m^3 . Sin embargo, el total de los costes incluyendo las tasas de intercambio a través de las instalaciones federales y estatales así como los costes de almacenamiento estuvieron entre 203 y 284\$ por cada 1000 m^3 . Así mismo, el precio final del agua comprada por San Francisco al Banco de Agua fue casi el doble del precio de compra de 142\$ por 1000 m^3 .

Las transferencias de agua también están sujetas a numerosos costes de transacción, incluyendo tasas legales, costes de los estudios técnicos requeridos, y costes involucrados para la resolución de demandas interpuestas por terceros. Un estudio de MacDonell (1990) encontró que los costes de transacción medios eran de varios cientos de dólares por acre-pie de transferencia ininterrumpida de agua, con medias de 308\$ por acrr^1 de derecho ininterrumpido en Colorado y 149\$ por 1000 m^3 en Nuevo México. Estos costes pueden incrementar de manera substancial el precio de compra del agua, que en Colorado y Nuevo México oscila entre 243\$ y 1216\$ por 1000 m^3 . Los costes unitarios por transacción suelen disminuir con la magnitud de las

transferencias y se incrementan con la controversia a que den lugar. Pese a ello, los costes de transacción son variables.

El riesgo de que una transferencia no se complete puede disuadir a socios potenciales. El riesgo de que una transferencia propuesta sea parada totalmente es particularmente palpable cuando una parte sustancial de la transacción tiene que ser pagada antes de que se llegue a un acuerdo final sobre la transferencia, o cuando los costes de retrasar la implementación de otras alternativas de abastecimiento son altos mientras negocian las transferencias. Este sería el caso de los grandes gastos destinados a gestiones burocráticas y técnicas previos a la aprobación final a la transferencia.

EVALUACIÓN DEL IMPACTO A TERCEROS.

La evaluación del impacto a terceros en transferencias de agua puede ser formidable e inexacto, ya que implica complicados estudios ecológicos y económicos (Water 1992). Actualmente hay poco trabajo técnico desarrollado en la determinación de impacto físico, medioambiental, económico y social de una transferencia de agua (Howe et al. 1990; California 1993). Menos aún se sabe de cómo estos impactos variarían con los distintos tipos de transferencias específicas y sus mecanismos, y con qué efectividad resultarían los distintos enfoques para mitigar el impacto a terceros.

Algunos de los puntos técnicos en la gestión de los impactos se ilustran en el caso del condado Yolo, California. Las granjas en Yolo contribuyeron con aproximadamente $185 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ de agua en 1991 al banco de agua de Sequía de California. Parte de este agua vino del barbecho de la tierra y de transferir derechos de agua superficial. Sin embargo, la mayoría del agua superficial fue luego repuesta por agua subterránea bombeada. No obstante, el condado no tiene un ingeniero hidráulico o un especialista en agua subterránea dedicado a los problemas de abastecimiento de agua en el condado que pudiera asesorar y gestionar los impactos a largo plazo de estas transferencias (Jennins 1992). También hay falta de experiencia legal, para que los condados desempeñen este papel. Incluso, puede que los gobiernos de condados rurales no tengan ni siquiera un experto que les aconseje sobre los impactos económicos de los distintos tipos de transferencias. Sin la comprensión de los efectos físicos y económicos de las transferencias de agua, las regiones exportadoras de agua es normal que se resistan y sospechen de las transferencias de agua.

Esta misma carencia de base técnica para asesorar y gestionar los impactos de las transferencias de agua juega un papel más importante a nivel estatal, donde las política de transferencias se diseña. Los estudios técnicos son necesarios para apoyar políticas, y quizás deberían estudiarse casos específicos de cuándo y cómo se efectúan las transferencias y como cualquier impacto a terceros debería ser tratado (Howitt et al. 1992).

PAPELES A JUGAR POR EL GOBIERNO EN LAS TRANSFERENCIAS DE AGUA

El papel de los gobiernos federal y estatal es tan importante en muchos casos que debe ser considerado parte de la ingeniería del sistema. En California, por ejemplo, una parte significativa de su participación es debida al papel técnico requerido dado su carácter de dueños y gestores de grandes instalaciones de transporte y almacenamiento, y sus requerimientos y responsabilidades bajo varias regulaciones medioambientales.

Hay algunas actuaciones que los gobiernos federal, estatal y locales pueden llevar a cabo para facilitar las transferencias de agua. Algunas de ellas requieren la modificación de la legislación actual, ya sean regulaciones o leyes locales. Tal vez el papel más adecuado del gobierno es el de árbitro de disputas técnicas y de terceras partes y como regulador del mercado. Este papel es necesario para asegurar una correspondencia ajustada entre el agua especificada en el contrato y el agua real, así como la coordinación del movimiento del agua transferida con las regulaciones medioambientales (Blomquist 1992). Los gobiernos estatal y regional también jugarían un papel útil recogiendo y analizando datos para monitorizar y resolver impactos externos y a terceros. Los gobiernos regionales también pueden actuar como banqueros en la formación de mercados de agua regionales, aprovechándose de la jerarquía de las jurisdicciones sobre agua que frecuentemente se encuentran en la gestión de la misma.

El involucramiento del gobierno puede mejorar el futuro de las transferencias de agua:

1. Mejorando la información concerniente a las transferencias y su impacto.
2. Estableciendo un proceso para resolver impactos a terceros.
3. Reduciendo los costes de transacción para arreglar e implementar transferencias de agua.

4. Incrementando la probabilidad de que los esfuerzos entre partes para acordar una transferencia tengan éxito, y reduciendo los riesgos a los que se exponen las partes.

Cada una de las agencias tiene su propia agenda, y continuarán buscando contratos a corto y largo plazo independientemente de la existencia de bancos de agua promovidos por el gobierno. Sin embargo, la participación del gobierno puede acelerar enormemente el desarrollo de los acuerdos de transferencias de agua mediante el patrocinio inicial de las transferencias a través del establecimiento de bancos de agua u otros medios. El desarrollo de las transferencias como parte de un sistema mayor de recursos es más que probable que continúe tras el fin del apoyo del gobierno a los bancos de agua.

CONCLUSIONES.

Las transferencias de agua tienen amplias implicaciones en la planificación de los recursos hidráulicos y su gestión. Además de ser un "truco" más que los gestores pueden utilizar, las transferencias requieren una visión de conjunto más general de los problemas de gestión del agua. Al contrario que las medidas tradicionales de mejora del suministro y gestión de la demanda, que puede conseguir normalmente una sola agencia, las transferencias de agua requieren planificación y operaciones coordinadas entre las partes participantes. Además, las transferencias de agua suelen requerir el uso de instalaciones para el almacenamiento y de conducciones pertenecientes o gestionadas por entidades no relacionadas de manera directa con la compra o venta del agua. La evaluación de una transferencia requiere una perspectiva económica más explícita en los objetivos de los sistemas de recursos hidráulicos y medidas más detalladas de la efectividad de las operaciones. El agua adquirida por transferencia puede servir a una serie de propósitos operacionales, medioambientales y económicos. En definitiva, las múltiples formas de transferencia de agua y su flexibilidad, combinadas con aspectos legales, de terceros y técnicos a la hora implementar las transferencias, hacen de las transferencias de agua una de las más prometedoras, aunque complejas, técnicas para la mejora de la gestión del agua.

AGRADECIMIENTOS.

El U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Center proporcionó fondos para esta investigación. Los autores agradecen a los muchos estudiantes, antiguos estudiantes, y otros profesionales que han contribuido a este trabajo. Agradecemos especialmente a Paul Hutton e Inés Ferreira sus comentarios a una versión anterior del artículo. Los comentarios de dos revisores anónimos del ASCE también son muy apreciados.

REFERENCIAS

- Blomquist, W. (1992). *Dividing the waters: governing groundwater in Southern California* ICS Press, San Francisco, Calif.
- Brajer, V., Church, A. L., Cummings, R., and Farah, P. (1989). *The strengths and weaknesses of water markets as they affect water scarcity and sovereignty interests in the West*. Natural Resour. J. 29(spring). 489-509.
- California water transfers: gainers and losers in two northern countries. (1993). Agricultural Issues Center. University of California, Davis. Cal.
- Ellis, W. H., and DuMars, C. T. (1978). *The two-tiered market in western water*, Nebraska Law Rev. 57(2). 333.-367.
- Getches, D. H. (1990) Water law. West Publishing Co., St. Paul. Minn.
- Gray, B. E. (1990). Water transfers in California: 1981-1989. *The water transfer process as a management option for meeting changing water demands* MacDonnell, L. J., principal investigator. Vol. 11. U.S. Geological Survey Grant Award No. 14-08-0001-G1538. Natural Resources Law Center. University of Colorado. Boulder. Coló.
- Gray, B. E. (1989). *A primer on California water transfer law*. Arizona Law Rev. Vol. 31. 745-7X1.
- Hartman, L. M. and Seastone, D. (1970). Water Transfers: economic efficiency and alternative institutions. Johns Hopkins Press. Baltimore, Md.
- Howe, C. W., Schurmeier, D. R., and Shaw, W. D. Jr. (1981). *Innovative approaches to water allocation: The potential for water markets*. Water Resour. Res. 22(4). 439-445.
- Howe, C. W., Lazo, J. K., and Weber, K. R. (1990). Am. J. Agric. Economics. December. 1200-1204.
- Howitt, R., Moore, N., and Smith, R. T. (1992). *A retrospective on California's 1991 emergency drought water bank*. California Dept. of Water Resources. Sacramento, Calif.. March.
- Israel, M., and Lund, J. R. (1995). *Recent California water transfers: implications for water management*. Natural Resour. J. 35(1).

- Jenkins, M. (1992). Yolo County. California's water supply system: Coniunctive use without management. Masters report, Dept. of Civ. and Envir. Engrg.. University of California. Davis. Cal.
- Kelly, K. F. (1986). *Reservoir operation during drought: case studies.* Res. Document No. 25. Hydrologic Engineering Center, U.S. Army Corps of Engineers. Davis, Cal.
- Klelzing, R. (1988). *Imported groundwater banking: the Kern County water bank A case Study.* Pacific Law.J. 19(4) 1225-1266.
- Landscape water conservation guidebook No. 8. (1988). California Department of Water Resources. Sacramento. California. USA
- Laurent, M. L. (1992). Overview new development process/ water allocations/ conservation City of Morro Bay. Cal.
- Little R. L. and Greider T.R. (1993) *Water transfers for agriculture to industry: two Utah example.* Res monograph No 10. Institute for Social Science Research on Natural resources. Utah State University. Logan. Utah.
- Lougee, N. H. (1991). *Uncertainties in planning interagency water supply transfers.* Water resources Planning and Management and Urban water resources. J. L. Anderson. Ed. ASCE New York, 601-604.
- Lund, J.R.(1988).*Metropolitan water market development: Seattle. Washington 1887-1987.* J. Water Resour. Plng. and Manmt. ASCE, 114(2), 223-240.
- Lund, J. R. (1993). *Transaction risk versus transaction costs in water transfers* Water Resour Res. 29(9) 3 103-3 107.
- Lund, J. R., and Israel, M. (1995). *Optimization of water transfers in urban water supply planning.* J. Water Resour. Plng. and Mgmt ASCE, 121(1), 41-48.
- Lund, J. R., Israel, M., and Kanazawa, R. (1992). Recent California water transfers: emerging options in water management. Rep. No. 92-1 Center for Environmental and Water Resources Engineering, Dept. of Civ. and Envir. Engrg., University of California, Davis, Cal.
- Maass, A., and Anderson, R. (1978).*... And the desert shall rejoice: conflict growth and justice in arid environments.* MIT Press, Cambridge, Mass.
- MacDonnell, L. J., principal investigator. (1990). The water transfer process as a management option for meeting changing water demands Vol. 1 U.S. Geological Survey Grant Award No. 148 0001-G1538, Natural Resources Law Center, University of Colorado, Boulder. Coló.
- Milliman, J. W. (1959). *Water law and private decision-making: a critique.* J. Law and Economics 2(October), 41-63.
- Nunn, S. C., and Ingram, H. M. (1988). *Information, the decision forum, and third party effects in water transfers.* Water Resour. Res. 24(4). 473-480.
- California Action Network (1992) Open letter from California Action Network regarding water marketing and public policy. AN). August 11, Davis, Cal.
- Revesz, R. L., and Marks, D. H. (1981). *Local irrigation agencies.* J. Water Resour. Plng. and Manmt. Div.. ASCE, 107(2), 329-338.
- Salath, R. M., Braden, J. B., and Eheart, J. W. (1991). *Bargaining rules for a thin spot water market.* Land Economics 67(3). 326-339.
- Sergent, M. E. (1990). *Water transfers: the potential for managing California's limited water resources.* MS thesis, Civil Engineering Department, University of California. Davis. Cal.
- Smith, M. G., and C. M. Marin. (1993). *Analysis of short-run domestic water supply transfers under uncertainty.* Water Resour. Res. 29(8), 2909-2916.
- California Department of Water Resources (1992). *The 1991 drought water bank.* (1992). Sacramento. Cal.
- Water transfers in the west: efficiency equity and the environment. (1992) National Research Council. National Academy Press, Washington. D.C.

NOTA DE LA REDACCIÓN

En un momento en que el Plan Hidrológico y los desequilibrios entre cuencas están de plena actualidad en España a la prolongada sequía que padecemos, la traducción de un artículo documentado y aséptico procedente de una revista de impecable reputación, con presentación de experiencias en las zonas secas de USA pensamos puede resultar ilustrativo y enriquecedor, que no extrapolable. No es objetivo de la Redacción su valoración si bien se permite constatar que nuestros problemas no son exclusivos, se tienen en otras partes del mundo y se agudiza la mente y se arbitran soluciones para tratar de resolverlos.