

VALORACIÓN COSTE EFICACIA DE LAS TRANSACCIONES DE AGUA INTER CUENCAS. UNA APLICACIÓN A LAS CUENCAS MEDITERRÁNEAS ANDALUZAS

Olmedilla, S.¹ y Gómez, A.²

¹ Departamento de economía, sociología y política agraria. E.T.S. de Ingenierías agrarias. Universidad de Valladolid

² Departamento de economía, sociología y política agraria. E.T.S. de Ingenierías agrarias. Universidad de Valladolid. almgomez@iaf.uva.es

RESUMEN

El objetivo de este trabajo será valorar mediante el análisis coste eficacia las cesiones de derechos desarrollados en el marco de la actual ley de aguas frente a otras medidas propuesta dentro del Plan de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas desarrolladas para mejorar el estado de las masas de aguas correspondiente a la cuenca baja de río Almanzora. Las medidas consideradas son el trasvase Negatín-Almanzora y la desalación. El análisis se desarrolla teniendo presente la incertidumbre en la disponibilidad de los recursos a partir de la consideración de distintos escenarios hídricos. Aunque en este trabajo se ha implementado el análisis coste eficacia como método de selección de la medida, el estudio reflexiona sobre las posibles implicaciones que tendrían en el mismo la consideración de otros indicadores que permitan considerar los costes sociales y ambientales de la aplicación de dichas medidas.

Palabras clave: análisis coste eficacia, directiva marco, transacciones, trasvase, masa de agua.

1. INTRODUCCIÓN

La aplicación de la Directiva Marco del agua (DMA en adelante) a los Planes Hidrológicos de Cuenca se encuentra en pleno proceso. Diciembre de 2009 fue el plazo establecido para la aprobación de dichos planes tras el necesario período destinado a la participación pública. Sin embargo la práctica totalidad de proyectos de Planificación Hidrológica de cuencas están sufriendo un retraso y ninguno de ellos ha sido aprobado en la fecha prevista. Ello implica un riesgo de obsolescencia de la información que sustentan dichos planes. En un momento tan complejo y cambiante como el actual (devenir de las crisis energéticas y financieras o las continuas reformas de la política agraria común), es posible que los diagnósticos de los problemas y la viabilidad de las medidas propuestas para su solución tengan escasa utilidad cuando finalmente se consigan aprobar, en la medida que la realidad entonces difiera significativamente de la situación considerada como base para su redacción (Gómez-Limón 2009).

Sin embargo, y sin olvidar la importancia del hecho constatado, este período de tiempo hasta la aprobación definitiva de los Planes está permitiendo profundizar en aspectos fundamentales de la DMA que no han podido ser abordados con suficiente rigor en los mismos. De este modo en la actualidad se están incorporando nuevos conceptos que permiten profundizar y avanzar en aspectos que debido a la premura de los plazos no fueron abordados en los planes que ahora se discuten. La idea de los planificadores, es ir incorporando en el período de revisión y seguimiento de los Planes que ahora se inicia, tanto los cambios detectados en estos años en los factores determinantes de los usos del agua, como los avances habidos en elementos ligados con los aspectos económicos. En concreto, uno de los aspectos de mayor trascendencia y que no ha sido tratado con la preferencia que la DMA exige es la valoración de los programas de medidas. Así, en este proceso se están integrando aspectos como la concreción de metodologías para el análisis coste-eficacia (ACE en adelante) de las medidas propuestas para alcanzar los objetivos ambientales de las masas de agua dentro del propio horizonte temporal de cada una.

El trabajo que aquí se expone se ubica en este contexto. En concreto trata de avanzar en la metodología ACE para el caso una masa de agua muy modificada y sobre la que se han propuesto excepciones en la consecución de los objetivos ambientales recurriendo a los *Costes Desproporcionados* como argumento. En concreto en este trabajo se realizan avances en la profundización de la aplicación de la DMA en los programas de medidas tanto en las medidas actualmente propuestas, como en la implementación de medidas complementarias ya existentes. En este último sentido se valoran y discuten las cesiones temporales de derechos como medida complementaria a las medidas que el Plan ha propuesto en la consecución de objetivos vinculados con la recuperación de los niveles piezométricos del acuífero. Este análisis permitirá obtener un pool de medidas con su correspondiente ACE que debiera ser la herramienta básica en la toma de decisión por parte del planificador.

Para realizar este análisis se ha recurrido a un caso real muy significativo que se basa en una masa de agua muy modificada como es el acuífero 06.06 Bajo Almanzora perteneciente a las Cuencas Mediterráneas Andaluzas, que en la actualidad se encuentra totalmente sobreexplotado y donde los niveles de concentración de nitratos superan con creces los niveles mínimos que establece la Directiva de Nitratos.

El trabajo se ha organizado del siguiente modo: en el siguiente punto se reflexiona sobre los aspectos económicos de la DMA y los programas de medidas, su inclusión en los Planes de cuenca y el papel que juegan en la consecución de los objetivos ambientales. En tercer punto se destina a presentar la problemática de la zona de estudio que abarca la zona de influencia del acuífero 06.06 y las medidas consideradas y potencialmente a considerar para la recuperación cuantitativa de dicho acuífero. El cuarto punto presenta los resultados obtenidos en la aplicación del ACE para cada medida y finalmente se avanzan las principales conclusiones que se extraen de este estudio y que son de interés para el actual proceso de planificación.

2. EL MARCO DE LA DMA Y LOS OBJETIVOS AMBIENTALES

El nuevo proceso de planificación promovido por la DMA refuerza la necesidad de alcanzar los objetivos ambientales para cada masa de agua a través del diseño y valoración de un programa de medidas. De este modo la normativa española exige que los organismos de cuenca elaboren una lista de objetivos ambientales para cada una de las masas de aguas, incluyendo los plazos previstos para su consecución. Para las aguas subterráneas que son las que se valoran en este trabajo los objetivos ambientales establecidos por la DMA son los siguientes: Buen estado cuantitativo (equilibrio entre las extracciones y las recargas), mejora del estado químico (prevención o limitación de la contaminación e inversión) y principio de no-deterioro respecto al estado actual. Esta última obligación requiere realizar un diagnóstico del estado de las masas de agua y establecer la necesidad o no de tomar medidas para la consecución de tal objetivo. En los casos en que para la situación actual o para el escenario tendencial 2015 se verifique que existe riesgo de no alcanzar el buen estado de las aguas, será necesario considerar la aplicación de medidas. El objetivo pues de las mismas es estrechar la 'brecha' entre el estado actual o tendencial de las masas de agua y el estado objetivo previamente establecido (Berbel et al., 2009).

A la hora de diseñar un programa de medidas, la DMA establece la necesidad de emplear los criterios de coste-eficacia (alcanzar los objetivos establecidos a un coste mínimo). Para aplicar el análisis coste-eficacia (ACE) es necesario analizar inicialmente cada una de las medidas que potencialmente pueden emplearse para alcanzar los objetivos ambientales. Posteriormente, esta primera selección de actuaciones debe caracterizarse pormenorizadamente en cuanto a sus consecuencias socioeconómicas (costes asociados) y ambientales (eficacia en la consecución de objetivos), al objeto de proporcionar una herramienta de evaluación estratégica de alto nivel que ayude a seleccionar el conjunto de medidas que resulte más eficaces y eficientes. Si de este análisis se evidenciase que los costes necesarios para alcanzar los objetivos ambientales en determinadas masas de agua son excesivamente elevados ("costes desproporcionados" empleando el lenguaje de la DMA), tal circunstancia permitirá justificar una exención en relación al logro del buen estado, pudiéndose plantear para dichas masas un aplazamiento para el logro del buen estado o un objetivo menos riguroso. Las excepciones posibles en los objetivos de la DMA pueden considerarse de dos tipos: que los costes sean desproporcionados respecto a la capacidad financiera para asumirlos, o que los costes del plan sean desproporcionados respecto a los beneficios que supone la mejora en la calidad ambiental. Para la valoración de éstos es recomendable la aplicación del Análisis Coste-Beneficio (ACB en adelante). El primer caso, se trata de un claro problema de capacidad financiera que depende del modo en que se repercutan los costes del Plan de Cuenca sobre los usos del agua, y que sólo justificaría el aplazamiento de los objetivos ambientales (Gómez, 2006). En la legislación española se establece que se deberá comprobar que no existe la posibilidad de utilizar mecanismos de financiación alternativos (redistribución de costes entre usuarios, presupuestos públicos, fondos europeos, etc.) a la escala adecuada. La estimación de los beneficios ambientales tiene el inconveniente de que las metodologías exigen un profundo trabajo de campo, que debe ser muy exhaustivo para alcanzar resultados contrastables y realmente rigurosos.

3. METODOLOGÍA

La DMA, presionada por la urgencia de las decisiones y la falta de información adoptó soluciones prácticas muy reduccionistas a la hora de abordar la valoración económica de las medidas necesarias para alcanzar los objetivos ambientales previstos para la masa de agua. Así, propuso el ACE como método general y en casos excepcionales el análisis coste-beneficio (ACB en adelante) -ver guía Wateco (Comisión Europea, 2003)-. El enfoque ACE se basa en comparar la reducción del impacto sobre el medio acuático (del parámetro en cuestión) versus coste anual equivalente (financiero) de la medida. Por el contrario, el enfoque ACB se propone como instrumento para tratar la posible derogación o prórroga de los objetivos ambientales. La DMA propone de este modo el uso del análisis coste-eficacia de medidas e impactos como propuesta para evitar la 'monetarización' y complejidades del ACB (Berbel, 2009). Con el ACE se genera un ranking de medidas ordenadas por el ratio coste anual equivalente/reducción de impactos (o presiones). Desde el punto de vista metodológico, esto supone una cierta ordenación lexicográfica donde se pretende minimizar el coste financiero una vez que se alcanza la meta ambiental fijada para cada masa de agua (Kranz et al., 2004). No obstante este enfoque lexicográfico impide el análisis de 'trade-offs' entre objetivos ambientales y sociales, lo que enriquecería el análisis y mejora el proceso de decisión y de participación pública (Martínez-Alier et al (2008).

EL ACE supone calcular el índice coste-eficacia, que será el cociente entre el coste anual equivalente y la mejora efectuada con esa medida. Para cada aspecto que se pretenda conseguir se ordenarán de menor a mayor las medidas propuestas en función del índice coste-eficacia obtenido, y se seleccionarán aquellas medidas con menor índice coste-eficacia que sean suficientes para conseguir el objetivo fijado. Es necesario tener una descripción de las características de la medida que se quiere evaluar, indicando en qué va a consistir esa medida y qué finalidad

se va conseguir con su aplicación. También hay que especificar si alguna medida requiere de la aplicación de otra para su consecución, además de si la medida tiene un carácter básico o complementario. En su caso, se detallarán los elementos que componen la medida. Además hay que indicar a qué tipo de indicador afectará la medida (indicadores biológicos, hidromorfológicos o fisicoquímicos si hablamos de aguas superficiales, e indicadores del estado químico o cuantitativo para el caso de aguas subterráneas). De este modo es posible identificar las presiones que son eliminadas o mitigadas si se aplican las medidas.

El coste en el ACE se refiere al "coste directo de la medida, que incluye costes de inversión anualizados, coste de mantenimiento y otros costes económicos que implique la medida". Para aquellas medidas que se haya hecho la cuantificación del coste, su valoración deberá ser común en toda la demarcación hidrográfica para evitar la introducción de sesgos y deberá ser posible realizar el análisis coste-eficacia en el que se apoyará la selección de la combinación de medidas más adecuada para cumplir con los objetivos propuestos. El coste de las medidas se expresará como *Coste Anual Equivalente*, excluidos los impuestos, incluyendo los siguientes componentes o costes directos:

Para el cálculo del Coste Anual Equivalente, se seguirá la siguiente fórmula:

$$C.A.E. = I \times \alpha_{n,i} + C.E.M.$$

Donde I es la inversión requerida, $\alpha_{n,i}$ es el factor de amortización anual y CM es el coste de explotación y mantenimiento. También se considerarán los costes económicos, sociales y ambientales y los costes indirectos, integrándolos en el coste anual equivalente cuando sea posible su cuantificación en términos monetarios. En el cálculo de la anualidad deberá tenerse en cuenta, en su caso, la vida útil de todos y cada uno de los elementos necesarios para la ejecución de la medida, el horizonte temporal para el que se realiza el análisis y el plazo de ejecución de la medida hasta su puesta en marcha. Deberá especificarse la tasa de descuento utilizada para el cálculo de la anualidad. El coste de las medidas se valorará a precios constantes indicándose el año de referencia utilizado.

Para evaluar la eficacia de las medidas se partirá de la evaluación del estado de las masas de agua correspondiente al escenario tendencial sin aplicar las medidas propuestas y se calculará la diferencia respecto al estado ambiental de las masas de agua con la aplicación de las medidas. La diferencia que exista entre ambos estados será el grado de eficacia de la medida. Por lo tanto, la eficacia de una medida se define como la aportación que ésta hace a la consecución de los objetivos de estado en una o varias masas de agua. Puede evaluarse de dos formas: mediante la reducción de las presiones significativas que sufren las masas de agua, es decir, reducción de la magnitud de las presiones reflejadas en el inventario de presiones o mediante la reducción de los impactos medidos en las masas de agua, es decir, mejoras en los indicadores de estado de las masas de agua que propicia la medida. Este método de evaluación requiere conocer previamente la eficacia de la medida en la reducción de presiones y la susceptibilidad de las masas de agua ante estas presiones.

La eficacia se evaluará preferentemente como una reducción de impactos, siendo la primera una alternativa válida ante limitaciones de información sobre la susceptibilidad de las masas de agua, hay que tener en cuenta que para calcular la eficacia de la primera manera, indirectamente habrá que calcular también la reducción de las presiones. Con objeto de incorporar la incertidumbre en la estimación de la eficacia dado que esta depende de condicionantes climáticos, ésta se podrá expresar mediante un rango de valores.

4. CASO DE ESTUDIO

Para este trabajo se propone aplicar el ACE al programa de medidas propuesto para alcanzar los objetivos ambientales ligados con los valores cuantitativos de la masa de agua subterránea Bajo Almanzora (06.06). Esta masa se puede definir como muy modificada pues según datos recientes está sobreexplotada en una cantidad de 0,28 Hm³/año (se extraen 2,20 Hm³ para unas disponibilidades de 1,93Hm³). La tendencia en el año 2015 es que se agrave la situación aumentando las extracciones 2,50Hm³, estimando una sobreexplotación de 0,58 Hm³/año.

El origen de la sobre explotación de la masa son los usos agrarios. La masa abastece 19.394 has de regadío destinado al cultivo de hortícolas al aire libre (40% de la superficie) y cítricos (60% de la superficie) regados mayoritariamente con riego por goteo. La demanda actual para riego se estima en 62 Hm³ al año, que equivalen a unos 3.248 m³/ha. La procedencia de los recursos para abastecer esta demanda se presenta en el cuadro 1.

La procedencia del agua para riego en la zona de estudio es diversa, teniendo poco peso el agua de origen superficial procedente de cursos fluviales, mientras que ha adquirido gran importancia el agua procedente del trasvase del embalse del Negratín (Sanchez Picón et al, 2009). Las aguas subterráneas aportan 15 Hm³ de estos recursos. De esto 8 Hm³ proceden de pozos salinos, y es que las Comunidades de Regantes de la zona pusieron en marcha una pequeña desaladora de agua salobre para riego. Los 7 Hm³ restantes proceden de acuíferos, los cuales se encuentran en una situación de infradotación y sobreexplotación declarada como ya se ha visto. El déficit hídrico estimado para la zona es de 15 Hm³. Esta situación de sobre explotación de acuífero implica una fuerte presión de tipo cualitativo sobre éste con una concentración de nitratos de 205mg/l que supera con creces los 50 mg/l establecidos en la Directiva de Nitratos. Además de estos, se están superando los valores umbrales de otros contaminantes como amonio, cloruros o sulfatos.

NECESIDADES HÍDRICAS	APORTACIONES HÍDRICAS	
62.981.968 m ³	SUBTERRÁNEA	7 Hm ³ → Concesiones
		8 Hm ³ → Sobreexplotación
	SUPERFICIAL	TOTAL: 15.000.000 m³
		TOTAL: 47.981.968 m³

Fuente: elaboración propia con datos de ACUAMED (2006) y de los regante de la zona.

Cuadro 1. Balance Hídricos de la zona regable que abastece la masa de agua Bajo Almanzora.

Desde su entrada en funcionamiento (2005), el Trasvase del Negratín es la principal fuente de recursos hídricos de la comarca. Éste se pone en marcha por iniciativa de los propios regantes y usuarios de aguas de la zona del levante almeriense ante la falta de recursos. Dicho trasvase se rige por la ley del trasvase Ley 55/1999, que dispone un máximo a trasvasar de 50 Hm³ de aguas excedentarias entre la cuenca del Río Guadalquivir, más concretamente la cuenca del Guadiana Menor y la cuenca mediterránea andaluza, en la cuenca del Río Almanzora. La concesión de este trasvase es de la empresa Aguas de Almanzora que representa a la Junta Central de Usuarios del Valle de Almanzora. La condiciones del trasvase que regula la ley 62/2003 se establecen en base a las disponibilidades de la cuenca cedente y son las siguientes: se trasvasará sólo si el volumen excede de 210 Hm³ en el embalse cedente y sólo cuando el volumen embalsado en el Sistema de Explotación de Regulación General supere el mínimo del 30% de la capacidad de embalse. Se trata por tanto de una medida que si bien es cierto aporta una buena cantidad de recursos hídricos a la zona, cuenta también con una elevada incertidumbre ligada al cumplimiento de las condiciones antes citadas. Para estimar las disponibilidades hídricas reales procedentes del trasvase se ha procedido al cálculo de probabilidades de las posibilidades del trasvase, atendiendo a los datos históricos sobre el nivel de reservas del embalse del Negratín. Se han supuesto tres escenarios posibles: que se cumplan las condiciones para trasvasar agua, que no se cumplan por no alcanzarse los 250 Hm³ exigidos y por último que se produzca una situación de llenado total en el embalse que provoca aliviados y por tanto, un desembalse extra debido a la incapacidad de éste de recoger todas las aportaciones recibidas. Para estas situaciones se acordó con la Junta Central de Usuarios del Valle de Almanzora el no cobrar el Canon de regulación ya que sería una decisión que beneficiaría a ambos al evitar las avenidas en el Guadalquivir. En el cuadro 2 quedan recogidas las probabilidades que se han calculado a partir de los datos de los niveles de los embalses del Sistema de Explotación General (al cual pertenece el Negratín).

SITUACIÓN DE TRASVASE	PROBABILIDAD (%)
Que se realice el Trasvase (Año NORMAL)	54,67%
Que no se realice el Trasvase (Año SECO)	44%
Que el trasvase se realice sin pago canon ¹	1,33%
TOTAL	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la Agencia Andaluza del Agua

Cuadro 2. Probabilidad de que se produzca el trasvase según la situación de la cuenca cedente.

En este contexto de incertidumbre ligado al trasvase, se han implementado en los últimos años los mercados de agua. Debido al bajo nivel de las reservas en la cuenca del Guadalquivir, durante las campañas de riego 2006-2007 y 2008 fue necesario tomar medidas restrictivas en las dotaciones de consumo agrícola, y por tanto una vez declarado la situación de excepcionalidad que establece la Ley de aguas se autorizaron cesiones temporales entre usuarios (Calatrava y Gómez Ramos 2009). En este contexto legal el MMA autorizó en 2006 un contrato de cesión temporal de derechos hídricos entre regantes pertenecientes a la cuenca del Guadalquivir y a las Cuenca Mediterránea Andaluza, a través de la infraestructura del Trasvase Negratín-Almanzora. Esta operación de derechos se realizó entre los propietarios de la finca arrocera "Dehesa Norte S.A." ubicada en la provincia de Sevilla y la entidad Aguas de Almanzora de Almería, y con ella se iniciaron los intercambios correspondientes a la adquisición de 1.600 Has de fincas situadas en la zona arrocera de la parte baja del Guadalquivir (Sanchez Picón et al, 2009). Esta autorización permitió que se pusiera en funcionamiento de nuevo el Trasvase del Negratín-Almanzora, que estaba paralizado desde septiembre de 2006, por haberse agotado el volumen autorizado para ese año. Asimismo se produjeron cesiones de derechos, también a Aguas del Almanzora S.A., de la C.R. del Río Bembézar (Guadalquivir Medio) al precio 0,18 €/m³ y de la C.R. del Pago de la Vega de Serón al precio de 0,15 €/m³. Por la importancia que han tenido estas cesiones de derechos, en este estudio se han considerado como medidas complementarias al propio trasvase incluyéndolo de este modo en el pool de medidas posibles.

Las medidas que se han articulado para este análisis en torno al trasvase y las cesiones de derechos se ha organizado en base a los siguientes escenarios definidos en función, por un lado del estado de la cuenca cedente, es decir que se verifiquen las condiciones establecidas para ejercitar los trasvases y por otro de la mayor o menor flexibilización en la autorización de cesiones de derechos basado siempre en los precedentes antes mencionados. En el cuadro 3 se describen los 5 escenarios establecidos en función de las condiciones prefijadas.

¹ A esta situación, se la ha denominado situación "sin pago de canon", debido a que en el presente año por las lluvias se ha desembalsado agua desde el Negratín, por lo que no se ha impuesto el Canon de Regulación, aunque no hay que obviar que hay otros gastos corrientes a los cuales se tendrá que hacer frente.

Escenario	Caracterización climática (probabilidad)	Habilitación cesiones	Volumen Trasvasado (Hm ³)	Volumen cedido (Hm ³)
E1	Normal (54,6%)	No	39,6	-
E2	Seco (44%)	Si	12,2	26,8
E3	Seco (44%)	No	12,2	-
E4	Normal (54,6%)	Si	43	26,8
E5	Húmedo (1,4%)	No	43	-

Fuente: elaboración propia

Cuadro 3. caracterización de los escenarios ligados a la medida de la infraestructura del trasvase.

Las cantidades finalmente trasvasadas que aparecen en el cuadro 3 se han obtenido como media de los años de análisis, considerando las probabilidades de sucesión de cada escenario. Para el caso de las cantidades cedidas a través de las cesiones de derechos se ha tenido en cuenta la media de cesiones realizadas en los años en los que se ha implementado este mecanismo (período 2006-2009), es decir un *estatus quo*. Por tanto no se ha considerado la posibilidad de que las cesiones se incrementen en los próximos años.

Por último y para finalizar con la descripción del caso de estudio, hay que mencionar la medida que explícitamente el Plan de las Cuenca Mediterráneas Andaluzas considera para al alcanzar los objetivos ambientales de la masa de agua. Esta es la desaladora del Bajo Almanzora, cuyo objetivo es generar nuevos recursos para el abastecimiento a la población y el riego en la cuenca del Almanzora. La capacidad de producción de la presente desaladora es de 60.000 m³ de agua al día, que suponen unos 20 Hm³ de agua al año. De los 15 Hm³ destinados a riego, 8 Hm³ se destinan a paliar la sobreexplotación de los acuíferos, mientras que los 7 Hm³ restantes son para cubrir el déficit de agua y consolidar la agricultura de regadío de alto valor para la economía de la zona (ACUAMED, 2006).

5. RESULTADOS

Los resultados de este trabajo se presentan a partir de análisis de la eficacia y del coste de la combinación de medidas presentadas en el apartado anterior. A la hora de determinar la eficacia de las medidas, hay que tener en cuenta la incertidumbre asociada a la disponibilidad de determinados recursos hídricos y que ha sido ya analizada en el apartado anterior. La eficacia se va a determinar como una reducción de las presiones, generalmente agrarias, que soportan las masas de agua subterráneas. La eficacia se calculará como el agua suministrada por cada una de las medidas.

NECESIDADES HÍDRICAS	APORTACIONES HÍDRICAS POR MEDIDA		
		DESALADORA	15.Hm ³
	TRASVASE MÁS CESIONES	27,6 Hm ³ (concesión)	
		Cesiones Derechos sólo en situación excepcional	Cesiones Derechos liberalizadas
		11,8 Hm ³	26,8 Hm ³
62.981.968 m³	TOTAL	54,4 Hm³	69,4 Hm³

Fuente: elaboración propia

Cuadro 4. Balance Hídrico en la zona de estudio con medidas.

Para el cálculo del coste de las medidas se ha tenido en cuenta el coste de la inversión que implica su puesta en marcha más los costes de explotación y mantenimiento. Se ha estimado, para el caso del trasvase, que estos costes de mantenimiento dependerán del volumen de agua trasvasado. Se han establecido los siguientes supuestos: Precios constantes, uso de la tasa de descuento del 4%, que es habitual utilizada en proyectos hidráulicos del sector público, no se incluyen los impuestos. Duración de los convenios: 50 años para trasvases y 25 años para desaladoras. En el cuadro 5 se muestran los resultados del análisis coste eficacia para el conjunto de las medidas teniendo en cuenta la eficacia media de la medida trasvase-cesión en función de la incertidumbre ligada a las condiciones hídricas que se consideran para establecer las condiciones de las cesiones de derechos.

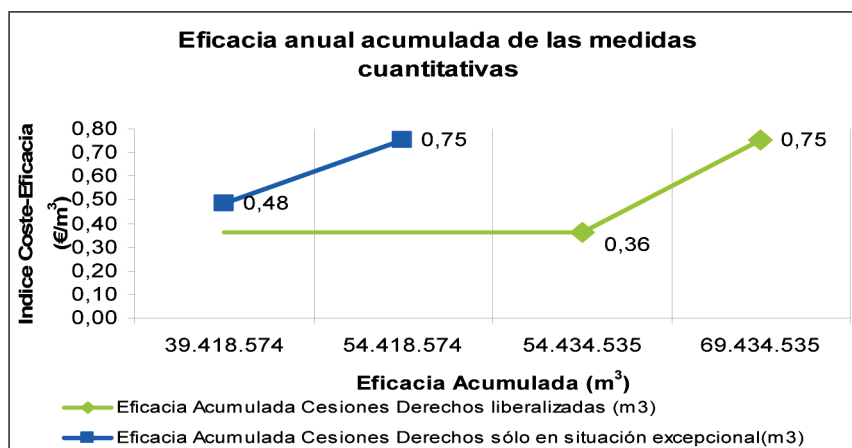
MEDIDA Y ESCENARIO	COSTE ANUAL EQUIVALENTE CAE (€/año)	EFICACIA (m ³)	Índice Coste-Eficacia (€/m ³)
TRASVASE			
Trasvase con Cesión Derechos sólo en situación excepcional	19.037.594	39.418.574	0,48
Trasvase con Cesión Derechos liberalizados	19.680.840	54.434.535	0,36
DESALADORA			
	11.311.353	15.000.000	0,75

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5. Índice Coste-Eficacia de las medidas.

El índice coste-eficacia más bajo corresponde al trasvase con Cesión de Usos de Agua liberalizados, por la alta eficacia de la medida, mientras que el mayor índice es para la medida correspondiente a la puesta en funcionamiento de la desaladora. La medida del trasvase con Cesión de Usos de Agua sólo en situación excepcional tiene también una mejor posición que la explotación de la desaladora, si atendemos al Índice Coste-Eficacia.

En la Figura 1 se muestra la eficacia anual acumulada de las medidas teniendo en cuenta la posibilidad de liberalizar o no los derechos de cesión. La figura muestra como el índice es inferior en el caso de que el pool de medidas se desarrolle en el marco de cesiones más flexibles.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1. Eficacia acumulada de las medidas en función de la flexibilización de las cesiones.

El análisis mostrado es del todo incompleto sino se considera los costes que para el regante suponen la financiación de las medidas, pues tal y como la propia DMA establece, el principio de recuperación de los costes de los servicios del agua debe estar presente en las actuaciones del Plan. En el cuadro 6 se muestran la estimación del coste del agua para cada una de las medidas. Para el caso del trasvase el coste se ha estimado en función del canon de regulación del trasvase, los costes de explotación (energía y bombeos; reparaciones y mantenimiento del sistema de suministro; gastos de personal y administración) y la amortización anual. Para el caso de la cesión de derechos se ha tenido en cuenta el canon del trasvase y el precio percibido por la Comunidad de Regantes por la cesión de su concesión. Por último para el caso de la desaladora el coste de agua se ha establecido en base a los estimados en el estudio de viabilidad de la misma. En el cuadro 6 se muestran el coste del agua de cada medida para el regante. Se ha estimado por otra parte que la productividad media del agua en la comunidad de regantes Cuevas de Almanzora es de 0,47 €/m³, lo que implica que el coste del agua para las medidas propuesta está en el límite de la viabilidad dada la disposición a pagar por el regante. En este caso no se han tenido en cuenta la incertidumbre en los precios de los productos obtenidos.

MEDIDAS	AGUA SUMINISTRADA (m ³)	PRECIO (€/m ³)	COSTE AGUA (€)
TRASVASE			
E1	39.602.400,00	0,5	19.801.200,00
E3	12.212.620,00	0,5	6.106.310,00
E5	43.000.000,00	0,4	17.200.000,00
CESIÓN DCHOS.			
E2	39.000.000,00	0,68	26.520.000,00
E4	69.800.000,00	0,68	47.464.000,00
DESALADORA			
	7.000.000,00	0,30	2.100.000,00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5. Índice Coste-Eficacia de las medidas.

6. CONCLUSIONES

La aplicación empírica que este trabajo propone muestra que el ACE es una herramienta que permite hacer una valoración objetiva sobre el pool de medidas propuesta para alcanzar los objetivos ambientales de una masa de agua. No obstante hay que decir que este enfoque resulta incompleto pues no toma en consideración los costes sociales y ambientales de cada medida así como los beneficios que reportan desde este mismo enfoque. El análisis Coste- beneficio está más ajustado a los principio que encierra la DMA:

En cualquier caso, es posible afirmar que el ACE aplicado a las medidas que se proponen, muestra que las medidas más favorables dada la problemática existente en torno al agua en la zona de estudio, son aquellas que producen un mayor volumen de recurso al menor coste posible. Las medidas que conducen a esta situación son sobre todo las cesiones de derechos, ya que por los mismos costes que soportan los usuarios para el mantenimiento de las infraestructuras del trasvase, se abre la posibilidad de nuevos caudales disponibles, una vez hayan sido adquiridos sus derechos de uso. Para que todo esto pueda tomar forma, es necesario que se lleve a cabo una flexibilización de las actuales normas y leyes que rigen estas transacciones. De esta forma, las cesiones de derechos serán capaces de gestionar de una manera más eficaz y flexible los riesgos asociados a un contexto de incertidumbre en la disposición de recursos hídricos. Los resultados obtenidos en este trabajo, muestra la importancia de valorar las medidas en conjunto teniendo en cuenta las sinergias que presenta y los distintos escenarios posibles de incertidumbre en los resultados esperados.

No obstante y como futura línea de investigación que abre este análisis, se plantea el análisis de las medidas conducentes a la resolución de los problemas de contaminación de la masa de agua, pues esos persistirán aunque el acuífero deje de estar sobreexplotado. Ante este grave problema ambiental y la dificultad de disponer de agua, es también importante plantearse una reflexión sobre el futuro de la agricultura en estas zonas a partir de un análisis riguroso de *los costes desproporcionados*. En esta línea es fundamental considerar que el carácter de excepcionalidad a la hora de alcanzar los objetivos ambientales que la DMA establece, debe ir asociado con algún tipo de contraprestación económica que de algún modo grave está excepción y repercute en otras zonas a proteger.

Bibliografía

- ACUAMED, (2006) Informe de viabilidad de la desaladora en el Bajo Almazora. Marzo de 2006. Aguas de las Cuencas Mediterráneas S.A. Madrid.
- Agencia Andaluza del agua (2008). Estudio de la Demarcación Mediterránea Andaluza. Repercusiones de la actividad humana en el estado de las aguas. Conserjería de Medioambiente de la Junta de Andalucía. Sevilla
- Agencia Andaluza del Agua. (2009). Esquema de temas importantes de la Demarcación Mediterránea Andaluza (ETI). Conserjería de Medioambiente de la Junta de Andalucía Sevilla
- Berbel, J. P. Mesa y J. MartínOrtega, (2009), El análisis coste – eficacia de los programas de medidas. En Gómez-Limón y otros (eds), La economía del agua de riego en España.: 55-75. Fundación Cajamar. Almería.
- Calatrava J. y A. Gómez-Ramos (2009). El papel de los mercados de agua como instrumento de asignación de los recursos hídricos en el regadío español. En Gómez-
- Comisión Europea (2003), Economics and the Enviroment: The implementation Challenge of the Water Framework Directive. A guidande Document. Bruselas.
- Gómez, C.M. (2006), Los costes y beneficios ambientales del proceso de decisión de la DMA. Ponencia presentada en la Hydronomic Convention. Barcelona 13-13 de noviembre.
- Gómez-Limon, JA. (2009). Las implicaciones de la nueva planificación hidrológica en la agricultura de regadío. En Gómez-Limón y otros (eds), La economía del agua de riego en España. pp:33-55. Fundación Cajamar. Almería.
- Gómez-Ramos, A., Calatrava Leyva, J. (2009). El papel de los mercados de agua como instrumento de asignación de recursos hídricos en el regadío español. Grupo de Análisis Económico del Agua, Ministerio de Medio Ambiente. El análisis coste-eficacia: aplicación a los programas de medidas. Jornadas sobre el nuevo ciclo de planificación hidrológica en España.
- Kranz, N., Görlach, B. y Ineterwies, E. (2004), Making the right choices a methodology for selecting Cost effective measures for the WFD. *Journal for European and Planning Law*, 1(3), 228-233
- Maestu, J. y Domingo, L. Grupo de análisis económico del Ministerio de medio ambiente. Análisis coste eficacia para la consecución de objetivos ambientales en masas de agua. Ministerio de medio Ambiente. Madrid.
- Maritinez-Alier, J. , Munda G. y O'Neill, J. (1998). Weak comparability of value as a fundation for ecological economics. *Ecological Economics*. 26: 277-286.
- Sánchez Picón, A., Aznar Sánchez, J.A., Aznar Pérez, P. (2009). El trasvase Tajo-Segura en la provincia de Almería. Evolución e integración de la oferta de recursos hídricos del Valle del Almanzora. Caja de ahorro del mediterráneo. Almería.
- Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente. Universidad Politécnica de Valencia, (2009). Definición de la concentración objetivo de nitrato en las masas de agua subterráneas de las cuencas intercomunitarias. TRAGSATEC, S.A. y Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.